

# F2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-170906

(43) 公開日 平成8年(1996)7月2日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|--------|-----|--------|
| G 0 1 B 11/00             | B    |        |     |        |
| G 0 1 D 5/26              | C    |        |     |        |
| G 0 1 R 29/12             | F    |        |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

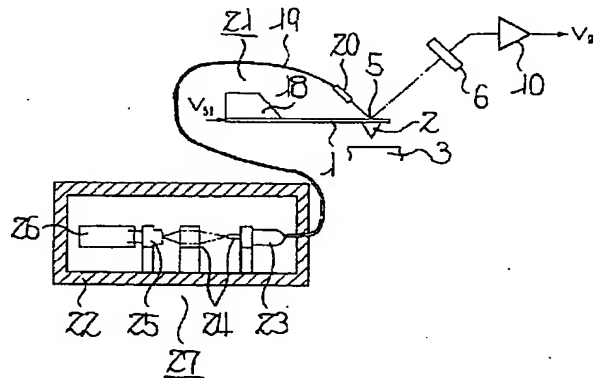
|              |                 |          |  |
|--------------|-----------------|----------|--|
| (21) 出願番号    | 特願平7-3785       | (71) 出願人 | 000006747<br>株式会社リコー<br>東京都大田区中馬込1丁目3番6号 |
| (22) 出願日     | 平成7年(1995)1月13日 | (72) 発明者 | 高橋 淳一<br>東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式<br>会社リコー内   |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平6-253146     | (74) 代理人 | 弁理士 柏木 明 (外1名)                           |
| (32) 優先日     | 平6(1994)10月19日  |          |  |
| (33) 優先権主張国  | 日本 (J P)        |          |  |

(54) 【発明の名称】 物理量測定装置

(57) 【要約】

【目的】 電磁ノイズ等の影響を受けることなく大型の試料に対しても信頼性の高い測定が行える小型で軽量の物理量測定装置を提供する。

【構成】 レーザ駆動回路26と光源25とを光テコ光学系から分離した光源ユニット27内に設け、その光源25から発せられた光を光源ユニット27外部の光伝送部21に導き、その光導波路19により伝送された光を出射部20から出射させ、片持ち梁1の探針2が形成された先端部に照射するようにしたので、探針2と試料3表面との間の高電圧放電によって電磁ノイズが生じても、その電磁ノイズが光源ユニット27側に伝搬されるようなことがなくなり、光源25の劣化を防止することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記バネから離間した位置に光源ユニットを固定的に配置させ、前記バネに近接対向した位置に出射部を有しこの出射部と前記光源ユニットとの間が光導波路により接続されたことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 2】 測定用光源の発光波長を試料が感光しない波長とし、受光素子が感度を有する波長を前記試料が感光しない波長としたことを特徴とする請求項 1 記載の物理量測定装置。

【請求項 3】 光源ユニット内に、可視光を発する調整用光源と、この調整用光源から出射される前記可視光又は測定用光源から出射される光を光伝送部に導く光結合器とを設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の物理量測定装置。

【請求項 4】 探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、可視光を発する調整用光源とを有し、前記測定用光源が測定時に照射される位置に可視光が照射され、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子を設けたことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 5】 探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを備え、前記バネ上の前記測定用光源から発する光が照射される部分以外にその測定用光源から発する光を可視光に変換する波長変換部材を設けたことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 6】 探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを有し、前記バネの探針領域を除く一部又は全部の領域を覆う遮蔽部材を設け、この遮蔽部材上に前記測定用光源の光を可視光に変換する波長変換部材を設けたことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 7】 探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを有し、前記バネの探針領域を除く前記バネの一部又は全部の領域を覆う前記バネよりも高い剛性をもつ導電材料により形成された遮蔽部材を設け、この遮蔽部材上に前記測定用光源の光を可視光に変換する波長変換部材を設け、この波長変換部材を有する遮蔽部材を前記バネ及び前記探針と同電位に設定したことを特徴とする物理量測定装置。

【請求項 8】 試料が感光しない光源の発光波長を、400nm以下、又は、600nm以上の値としたことを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6 又は 7 記載の物理量測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、走査型力顕微鏡や高分解能表面電位形状測定装置、さらには、感光体ドラムの表面電位、トナー形状、トナー電位分布の測定装置などに用いられる物理量測定装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、試料表面の状態（電位、形状等）を測定する物理量測定装置としては、種々のものが提案されている。図 14 は、片持ち梁 1 の曲がりをいわゆる光テコ法による光学的な手法を用いて測定する基本的な構成を示す。この場合、光源 4 から出射した光は、片持ち梁 1 の先端の探針 2 が形成された面と反対側の面の反射ミラー 5 に照射され、この反射ミラー 5 により反射された光は受光素子 6 に導かれている。このような状態で、探針 2 と試料 3 の表面との間に働く力に応じて、前記バネの曲がり又は振動が変化する。そして、その変化に応じて片持ち梁 1 上の反射ミラー 5 により反射され、受光素子 6 上に到達する光の位置が動き、この動きを受光素子 6 が検出することにより、片持ち梁 1 に働く力を測定することができる。このように光源 4 と反射ミラー 5 と受光素子 6 とから構成された光テコ光学系は、ある程度の光路長を必要とし、光学系全体が大型化する傾向にある。このため、試料表面状態の二次元的な分布の測定を行う場合には、その光学系自体の走査は行わず、試料 3 が設置されたステージ 7 側を走査させて測定を行うようにしている。

【0003】図 15 の例（特開平 5-256641 号公報参照）は、光テコ法を用いた高感度で小型なカンチレバー変位検出装置を示す。この場合、光源 4 を片持ち梁 1 の近傍に配置させ、また、ミラー 8, 9 により光路長を稼ぐことによって、光学系全体の小型化を図っている。これにより、感光体ドラム等の大型試料の測定にも

対応できるようになっている。

【0004】図16の例(特願平5-93499号参照)は、試料3(感光体ドラム)の表面の電位及び形状を測定する装置の一例を示す。この場合、光源4(半導体レーザー)から出射した光は、片持ち梁1の先端の裏面に取付けられた反射ミラー5により反射され、いわゆる光テコ法によって受光素子6に検出される。この検出された信号は、プリアンプ10により出力 $V_o$ として出力される。その後、加算器11に、積分器12からの出力値である電圧 $V_{21}$ と、正弦波交流電源13の交流電圧 $V_{31}$ と、正弦波交流電源14の交流電圧 $V_{32}$ とが印加される。この加算器11からの電圧 $V_{41}$ は、パワーアンプ15に送られ、このパワーアンプ15からの電圧 $V_{51}$ が片持ち梁1の探針2に印加される。この電圧 $V_{51}$ は、片持ち梁1の共振周波数 $\omega_0$ とその $1/2$ の周波数 $\omega_0/2$ とをもつ交流電圧 $V_a \{=G(V_{31}+V_{32})\}$ と、直流バイアス電圧 $V_b (=GV_{21})$ とが重畳されたものである。この電圧 $V_{51}$ を片持ち梁1に印加し、共振周波数 $\omega_0$ により生じる片持ち梁1の共振振動の振幅から直流バイアス電圧 $V_b$ と試料表面の電位 $V_s$ (接地電位に対する電位)との差を検出し、この差が0となるように直流バイアス電圧 $V_b$ を制御することによって、この $V_b$ の値から試料3の表面電位を測定する。一方、周波数 $\omega_0/2$ によって生じる振動振幅から探針2の先端と、試料3の表面との間の距離 $d$ を測定し、この距離 $d$ の値を一定に保つようにZ軸アクチュエータ16をパワーアンプ17からの電圧 $V_{52}$ により駆動制御することによって、そのZ軸アクチュエータ16の制御信号である電圧 $V_{22}$ から試料3の表面形状を測定する。このようにして試料3の表面電位と表面形状とを同時にかつ独立して測定することができる。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】図15の装置では、光源4(レーザーダイオード等)を片持ち梁1の近傍に配置して光学系全体の小型化を図っている。この場合、光源4は常に安定した定電流により駆動する必要があるため、これを駆動するためのレーザー駆動回路(図示せず)が光学系側に必要となる。しかし、このようなレーザー駆動回路を光学系側に配設することは光学系全体の構成が大型化し重量が重くなり、特に大型試料に対して片持ち梁1と光学系との移動による走査について不利となる。そこで、レーザー駆動回路を光学系側に直接配設せず、別な離れた場所に配置させ、その場所から電気配線を通じて光源4に電力を供給する方法がある。しかし、このような方法では、走査型力顕微鏡による高電圧な表面電位の測定を行う場合に大きな問題が生じる。すなわち、高電圧な表面電位の測定中に、探針2と試料3の表面との間や、探針2と周辺機器(図示せず)との間でスパークを伴う放電が生じる場合がある。このようなスパーク放電によって電磁ノイズが発生し、この電磁ノイズによ

てレーザー駆動回路と光源4との間の電気配線にサージ電流が流れ、最悪の場合には光源4が破壊されてしまう。

【0006】また、図16の例のように、光テコ法により力検出を行う場合、光源4から出射した全ての光が受光素子6に導かれるのではなく、その一部の光は散乱され、試料3の表面に照射される。この例のように、試料3として感光性のある材料(感光体ドラム)を用いたような場合、その漏れた光によってドラム表面が感光されて表面電荷が放電してしまい、正常な状態(静電潜像)を乱してしまうことになる。

【0007】また、光学的な手法を用いて片持ち梁1の曲がりや振動を精度良く測定するためには、光源4から出射される光が片持ち梁1の先端位置に正確に照射されていなければならない。測定前に光の照射される位置合わせを行う必要がある。しかし、光源4に用いられる光の波長は可視領域ではなく、赤外又は紫外の領域である。このため、光源4から出射した光の位置合わせを肉眼で行うことは不可能である。また、赤外光の放射を可視化する赤外線イメージコンバータも市販されているが、感度が低く、実用には不十分である。

【0008】また、図16において、探針2と試料3(感光体ドラム)の表面との間には静電引力が作用しているが、その電位差を $V_1$ 、距離を $d_1$ 、探針2の先端部でのドラム表面に対向する等価的な面積を $S_1$ とすると、探針2とドラム表面との間に働く力 $F_1$ は、

$$F_1 = S_1 \epsilon_0 (V_1^2 / d_1^2) \quad \dots (1)$$

ただし、 $\epsilon_0$ : 空気の誘電率

として表わせる。一方、探針2と同電位とされた片持ち梁1は基台18により支持されているが、この基台18の周囲にはこれら部品を支持するための支持機構(周辺機器)が設けられており、このような支持機構はノイズシールドのために接地電位となっている。このため片持ち梁1とその周辺の支持機構との間においても静電引力が作用する。今、その両者間の電位差を $V_2$ 、等価的な距離を $d_2$ 、等価的な面積を $S_2$ とすると、この場合の力 $F_2$ は、

$$F_2 = S_2 \epsilon_0 (V_2^2 / d_2^2) \quad \dots (2)$$

として表わせる。ここで、(1)(2)式の $F_1$ 、 $F_2$ を比較すると、 $d_1 \ll d_2$ であるが、面積 $S_2$ は片持ち梁1の裏面側であり、 $S_2 \gg S_1$ となる。また、探針2の電位と、ドラム表面の電位とは構成上ほぼ等しくなるのに対して、周辺の支持機構の電位は常に接地電位であるため、ドラム表面の電位が高い時には $V_2$ の値は大きくなり、これにより $V_1 \ll V_2$ となる。従って、このようなことから、周辺機器の環境条件によっては力 $F_2$ は力 $F_1$ に対して無視できない値となり、この値が測定誤差を招く原因となる。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに

対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記バネから離間した位置に光源ユニットを固定的に配置させ、前記バネに近接対向した位置に出射部を有しこの出射部と前記光源ユニットとの間を光導波路により接続した。

【0010】請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明において、測定用光源の発光波長を試料が感光しない波長とし、受光素子が感度を有する波長を前記試料が感光しない波長とした。

【0011】請求項3記載の発明では、請求項1又は2記載の発明において、光源ユニット内に、可視光を発する調整用光源と、この調整用光源から出射される前記可視光又は測定用光源から出射される光を光伝送部に導く光結合器とを設けた。

【0012】請求項4記載の発明では、探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、可視光を発する調整用光源とを有し、前記測定用光源が測定時に照射される位置に可視光が照射され、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子を設けた。

【0013】請求項5記載の発明では、探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを備え、前記バネ上の前記測定用光源から発する光が照射される部分以外にその測定用光源から発する光を可視光に変換する波長変換部材を設けた。

【0014】請求項6記載の発明では、探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出することにより前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを有し、前記バネの探針領域を除く一部又は全部の領域を覆う遮蔽部材を設け、この遮蔽部材上に前記測定用光源の光を可視光に変換する波長変換部材を設けた。

【0015】請求項7記載の発明では、探針が取付けられたバネを有し、その探針とこれに対向配置された試料の表面との間に作用する力による前記バネの曲がり又は振動又は振動の変化を光学的手法を用いて検出すること

により前記試料の物理量を測定する物理量測定装置において、前記試料が感光しない波長の光を発する測定用光源と、前記試料が感光しない波長に感度を有する受光素子とを有し、前記バネの探針領域を除く前記バネの一部又は全部の領域を覆う前記バネよりも高い剛性をもつ導電材料により形成された遮蔽部材を設け、この遮蔽部材上に前記測定用光源の光を可視光に変換する波長変換部材を設け、この波長変換部材を有する遮蔽部材を前記バネ及び前記探針と同電位に設定した。

【0016】請求項8記載の発明では、請求項1, 2, 3, 4, 5, 6又は7記載の発明において、試料が感光しない光源の発光波長を、400nm以下、又は、600nm以上の値に設定した。

【0017】

【作用】請求項1記載の発明においては、レーザ駆動回路により駆動され測定用光源から発せられた光は、光源ユニット外部の光伝送部に導かれ、その光導波路内を伝搬していき、その光導波路の一端の出射部から出た光はバネ（以下、片持ち梁と呼ぶ）の先端部に照射され、この片持ち梁により反射された光は受光素子に検出され、この検出された信号をもとに探針の変位又は振動又は振動の変化が測定される。このように測定用光源とレーザ駆動回路とは光源ユニット内に設けられ、光導波路を介して片持ち梁と光学的に接続されているため、片持ち梁と距離的に離れて設置できる。従って、探針付近で生じるスパークによる電磁ノイズ等が伝搬されることがない。

【0018】請求項2記載の発明においては、測定用光源から発せられた試料（例えば、感光体ドラム）が感光しない波長の光は、力が作用する片持ち梁に導かれ、この片持ち梁により反射された光は試料が感光しない波長の感度を有する受光素子に検出される。このように試料が感光しない波長の光を用いることによって、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなる。

【0019】請求項3記載の発明においては、調整用光源から出射した可視光は光結合器を介して光源ユニットから光伝送部に導かれ、光導波路の一端の出射部から出射して力が作用する片持ち梁に導かれる。このように可視光を発する調整用光源を用いることによって、片持ち梁の照射位置の調整を肉眼により行うことができる。

【0020】請求項4記載の発明においては、調整用光源から発せられた可視光は片持ち梁に照射されるため、その片持ち梁上での照射位置の調整を肉眼により行うことができ、また、これにより測定用光源から発せられた試料が感光しない波長を有する光は、その調整後の照射位置に導かれることになる。このように可視光を発する調整用光源を用いることによって、片持ち梁の照射位置の調整を肉眼により行うことができる。

【0021】請求項5記載の発明においては、光源から

発せられた試料が感光しない波長を有する光は、片持ち梁上の波長変換部材に照射されることにより、その照射された位置を可視光で光らせることができ、これにより、試料の状態が乱されることがなく物理量の測定を行うことができると共に、片持ち梁の照射位置の調整を容易に行うことができる。

【0022】請求項6記載の発明においては、光源から発せられた試料が感光しない波長を有する光は、片持ち梁の上部に配置された遮蔽部材上の波長変換部材に照射されることにより、その照射された位置を可視光で光らせることができ、これにより、試料の状態が乱されることがなく物理量の測定を行うことができ、片持ち梁の照射位置の調整を容易に行うことができ、さらに、片持ち梁の設計製作上の制約をなくすことができる。

【0023】請求項7記載の発明においては、光源から発せられた試料が感光しない波長を有する光は、片持ち梁の上部に配置された遮蔽部材上の波長変換部材に照射されることにより、その照射された位置を可視光で光らせることができ、これにより、試料の状態が乱されることがなく物理量の測定を行うことができ、片持ち梁の照射位置の調整を容易に行うことができ、片持ち梁の設計製作上の制約をなくすことができ、さらに、遮蔽部材は高い剛性をもち導電材料により形成され、この片持ち梁と遮蔽部材とは同電位に設定されているため、片持ち梁と周辺機器との間で働く静電引力を小さくすることができる。

【0024】請求項8記載の発明においては、試料の感光材料として頻繁に用いられるのは、感光感度が400nm付近のものと600nm付近のものであることから、400nm付近の感光材料の試料に対しては600nm以上の発光波長をもつ光源を用い、600nm付近の感光材料の試料に対しては400nm以下の発光波長をもつ光源を用いることによって、光源の光により試料の状態が乱されるようなことがなくなる。

【0025】

【実施例】本発明の第一の実施例を図1に基づいて説明する（請求項1記載の発明に対応する）。なお、前述した従来例（図14～図16）と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0026】バネとしての片持ち梁1の先端には探針2が取り付けられ、この探針2と対向した位置には、高電圧な表面電位測定に用いられる試料3（感光体ドラム等）が配置されている。片持ち梁1の探針2の裏面側には、前述した従来例（図16参照）と同様な光テコ法を用いた光学系及び測定回路が設けられている。また、片持ち梁1の探針2の裏面側には、光導波路としての光ファイバ19（シングルモードファイバ）が配置されている。この光ファイバ19の一端には出射部としてのセルフ

ファイバ19とセルフオックレンズ20とは、光伝送部21を構成している。

【0027】また、光ファイバ19の他端部は、シールドボックス22内に挿入され、光ファイバケーブル23と接続されている。この光ファイバケーブル23の光路上には、セルフオックコリメートレンズ24と、測定用光源としてのレーザダイオード25（以下、LDという）とが順次配置され、そのLD25には駆動用のレーザ駆動回路26（以下、LD駆動回路という）が接続されている。この場合、LD駆動回路26と、LD25と、セルフオックコリメートレンズ24と、光ファイバケーブル23とは、光源ユニットとしてのレーザダイオードユニット27を構成している。

【0028】このような構成において、動作について説明する。シールドボックス22内のLD25から出射した光は、セルフオックコリメートレンズ24により集光され、光ファイバケーブル23を介して、光ファイバ19内に光結合される。この結合した光は光ファイバ19内を進行していくことによってから外部空間に導かれ、光ファイバ19の端部のセルフオックレンズ20から片持ち梁1の裏面の反射ミラー5に向けて照射される。この反射ミラー5により反射された光は、いわゆる光テコ法によって受光素子6（PSD）に検出され、プリアンプ10により出力V<sub>o</sub>として出力される。その後の処理は図16と同様に行われる。

【0029】上述したように、光ファイバ19を用いたことによって、片持ち梁1とLD25との間の距離を少なくとも1m以上は離すことができる。従って、探針2と、高電圧測定用の試料3又は周辺機器との間でスパーク放電等が生じても、これにより発生した電磁ノイズが光ファイバ19を通じてLD25側に伝達されるようなことがないし、レーザダイオードユニット27とスパークが発生する場所とが離れているため、LD25を駆動する電流にサージ電流が流れたり、LD25自身が破壊されたりするようなことがほとんどなくなる。これにより、信頼性の高い測定を行うことができる。この場合、LD25の周囲全体をシールドボックス（図示せず）により覆うことによって、電磁ノイズの影響をさらに小さくさせることができる。

【0030】また、光ファイバ19は柔軟性に優れている。また、セルフオックレンズ20は一般的に直径3～5mm、長さ10mm程度であるため、非常に軽い材料からなっている。このようなことから、セルフオックレンズ20と片持ち梁1と受光素子6とを一体にして移動させることによって、試料3を固定したままの状態で走査を行うことができ、これにより、大型試料に対しても測定を行うことができる。

【0031】なお、シールドボックス22内に用いるレンズは、セルフオックコリメートレンズ24に限定され

るものではなく、これと同等の特性をもつレンズであればよい。光ファイバ19に取付けられるセルフオクレンズ20についても、小型のものであれば一般のレンズであってもよい。また、光ファイバ19も、シングルモードファイバに限定されるものではなく、マルチモードファイバでもよい。

【0032】次に、本発明の第二の実施例を図2に基づいて説明する（請求項2，8記載の発明に対応する）。なお、前述した第一の実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0033】本実施例では、試料3が、電子写真装置に用いられる感光体ドラムのような感光性を有する材料からなっている場合について述べる。測定用光源（LD25等）は、試料3が感光しない波長領域の光を発する。また、受光素子（受光素子6）は、試料3が感光しない波長の感度を有する。以下、具体的な数値を挙げて説明する。

【0034】図2は、電子写真装置に用いられる周知の代表的な感光体ドラムの分光感度を表わしたものである。これにより、400nm付近では、①Seと、②硫化亜鉛と硫化カドミウムとの混合物とが特に高い感度を有している。600nm付近では、⑤LPC (Layer

d Photo Conductor) {約0.1μm厚のchlorodiane blue とdiphenylhydrazone との混合物の膜CGL (Charge Generation Layer) の上に約15μmのCTL (Charge Transport Layer) を積層したもの} が特に高い感度を有している。また、③有機感光体 (polyvinylcarbazole とtrinitrofluorenoneを1:1に混合した物質を正に帯電させたもの) は600nm付近に感度を有し、④有機感光体 (③と同様な物質を負に帯電させたもの) は400nm～600nmの範囲で感度を有している。

【0035】これにより、感光体ドラムは600nm以上の波長の光に対して感度をもちないことがわかる。従って、このようなことから、波長600nm以上の波長の光を発する測定用光源と、この600nm以上の波長の感度を有する受光素子とを用いる。また、分光感度に対してある程度の余裕度をもたせる意味から、好ましくは、900nm以上の波長の光に対応する材料からなる光源及び受光素子を用いるとよい。この900nm以上の波長に対応する光源及び受光素子の材料としては、以下の表1、表2に示すようなものがある。

【0036】

【表1】

| 光源 (900nm以上) |                              |            |
|--------------|------------------------------|------------|
| 種類           | 組成                           | 発光波長 (nm)  |
|              | $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$    | 910～1700   |
|              | $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}As$ | 820～1570   |
|              | $Pb_{1-x}Cd_xS$              | 2660～4350  |
|              | $Pb_{1-x}Se_x$               | 4350～8330  |
|              | $Pb_{1-x}Sn_xSe$             | 8330～33300 |
|              | $Pb_{1-x}Sn_xTe$             | 6670～33300 |
| 気体レーザ        | He-Ne                        | 1152       |
|              | He-Ne                        | 3392       |
|              | He-Xe                        | 3500       |
|              | CO                           | 5200       |
|              | HF                           | 2700～3260  |
|              | $CS_2, N_2O$                 | 11000      |
|              | NO                           | 6000       |
|              | CN                           | 5000       |
|              | $H_2O$                       | 27970      |
|              | $H_2O$                       | 118650     |
|              | Nd/YAG                       | 1064.1     |
|              | Nd/リン酸ガラス                    | 1056.0     |
| ホスト 結晶       | LiF                          | 820～1050   |
|              | NaF                          | 990～1220   |
|              | KF                           | 1220～1500  |
|              | NaCl                         | 1400～1750  |

【0037】

【表2】

| 受光素子 (900nm以上) |        |            |
|----------------|--------|------------|
| 種類             | 組成     | 発光波長 (nm)  |
| フォトダイオード       | Ge     | 1000~1900  |
| アパシエフォトダイオード   | Ge     | 800~1500   |
| フォトダイオード       | InGaAs | 850~1650   |
| 光導電素子          | PbS    | 1000~3500  |
|                | PbSe   | 2000~5000  |
|                | HgCdTe | 2000~4800  |
|                | InAs   | 2000~3300  |
|                | InSb   | 2000~5500  |
| 焦電素子           |        | 7000~20000 |

10

【0038】また、600nm以上の波長に対応する光源及び受光素子の材料としては、前記900nm以上の波長に対応する光源及び受光素子に加えて、以下の表

3、表4に示すようなものがある。

【0039】

【表3】

| 光源 (600nm以上) |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 種類           | 組成   | 発光波長 (nm) |
| 半導体レーザ       | Al <sub>x</sub> Ga <sub>1-x</sub> As                               | 670~900   |
|              | Ga <sub>x</sub> In <sub>1-x</sub> As <sub>y</sub> P <sub>1-y</sub> | 650~900   |
|              | Ga <sub>x</sub> In <sub>1-x</sub> Al <sub>y</sub> P <sub>1-y</sub> | 670       |
| 固体レーザ        | N <sub>2</sub>   | 750~1300  |
|              | He-Ne  | 632.8     |
|              | ルビー  | 694.3     |

【0040】

【表4】

| 受光素子 (600nm以上) |       |           |
|----------------|-------|-----------|
| 種類             | 組成    | 発光波長 (nm) |
| フォトダイオード       | Si    | 190~1000  |
| 拡散型フォトダイオード    | GaAsP | 300~760   |
| ショットキーフォトダイオード | GaAsP | 190~760   |
| アパシエフォトダイオード   | Si    | 400~1000  |

【0041】また、図2において、③、⑤の物質に関しては400nm以下の波長に対して感度が低いことから、その400nm以下の波長の光源と、この波長に感度をもつ受光素子とを用いる。この400nm以下の波

長に対応する光源及び受光素子の材料としては、以下の表5、表6に示すようなものがある。

【0042】

【表5】

| 光源 (400nm以下) |                |             |
|--------------|----------------|-------------|
| 種類           | 組成             | 発光波長 (nm)   |
| 気体レーザ        | H <sub>2</sub> | 109.8~123   |
|              | H <sub>2</sub> | 156.7~161.3 |
|              | O <sub>2</sub> | 156.8~161.4 |
|              | F <sub>2</sub> | 157         |
|              | ArF            | 193         |
|              | KrCl           | 222         |
|              | KrF            | 248         |
|              | XeF            | 351         |
|              | XeCl           | 308         |
|              | He-Cd          | 325         |
|              | He-Cd          | 441.6       |
|              | N <sub>2</sub> | 337.1       |
|              | N <sub>2</sub> | 358         |

【0043】

【表6】



| 受光素子 (400nm以下) |       |           |
|----------------|-------|-----------|
| 種類             | 組成    | 発光波長 (nm) |
| フォトダイオード       | Si    | 190~1100  |
| PINフォトダイオード    | Si    | 320~1100  |
|                | GaAsP | 190~760   |
|                | GaP   | 190~550   |
| 光導電セル          | CdS   | 400~700   |

【0044】上述したように、感光体の分光感度を持たない波長の光を用い、光源及び受光素子の各種の材料の中から発光波長と分光感度のある波長とが一致する発光素子と受光素子とを組み合わせる光テコ光学系（図1では、LD25と、セルフオックレンズ20を有する光ファイバ19と、反射ミラー5と、受光素子6とからなる）を構成することによって、感光体ドラム44上での静電潜像の状態が乱されることがなくなり、これにより、測定誤差をなくして表面電位等の測定を正確に行うことができる。なお、光テコ光学系について述べたが、光干渉法による片持ち梁の変形や振動を検出し、試料の状態を測定する場合においても適用させることができる。

【0045】次に、本発明の第三の実施例を図3～図5に基づいて説明する（請求項3記載の発明に対応する）。なお、前述した各実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0046】図3に示すように、測定用光源としてのLD25には、発光波長が1310nmの赤外レーザーダイオードが用いられる。また、ここでは、可視光を発する調整用光源としてのレーザーダイオード28（以下、LDという）が設けられている。このLD28としては、670nmの波長をもつ可視光レーザーダイオードが用いられる。このLD28は、レーザー駆動回路29により駆動される。

【0047】また、これら2つのLD25、28の光路上には、コリメートレンズ30、31がそれぞれ配置されている。これら2つの光路が交差する位置には、光結合器32が設けられている。光結合器32と光ファイバ19が接続された光ファイバケーブル23との間には、フォーカスレンズ33が配置されている。この場合、LD駆動回路26、29と、LD25、28と、コリメートレンズ30、31と、光結合器32と、フォーカスレンズ33と、光ファイバケーブル23とは、レーザーダイオードユニット27を構成している。

【0048】図4は、図3のレーザーダイオードユニット27を用いて本装置を構成した様子を示す。光ファイバ19の先端のセルフオックレンズ20には、照射位置調整用のステージ34が取り付けられている。また、受光素子6には、この素子をX方向へ移動可能なXステージ35が取り付けられている。

【0049】以下、本装置の動作について説明する。まず、レーザー駆動回路26をオフにし、レーザー駆動回路29をオンにして、LD28のみの可視光を発光させる。この可視光はコリメートレンズ31により平行化され、光結合器32を介してフォーカスレンズ33により集光され、光ファイバケーブル23から光ファイバ19内に導入される。この導入された光は、光ファイバ19内を通過していき、先端のセルフオックレンズ20から出射して片持ち梁1の先端の反射ミラー5に照射される。この照射している光の波長は670nmであり、図5に示すような視感度36の領域内にあることから、その照射位置を肉眼により又は光学顕微鏡を用いて確認することができる。従って、このようなことから、セルフオックレンズ20に取付けられているステージ34を用いて、片持ち梁1上に照射されている光を反射ミラー5の所望の位置に合わせることができる。また、片持ち梁1から反射された光は、受光素子6の方向へ向かう。この場合にも、その反射された光を肉眼で観察しながら、その光が受光素子6の所定の位置に入射するようにXステージ35を用いて受光素子6の位置合わせを行う。

【0050】このように可視光を用いて、片持ち梁1上及び受光素子6上での光の照射される位置の調整を行った後、実測定時には、レーザー駆動回路29をオフにし、レーザー駆動回路26をオンにしてLD25のみの赤外光を発光させる。これにより、その赤外光は、可視光のときと同様に光ファイバ19に導かれ、セルフオックレンズ20から出射して片持ち梁1上の反射ミラー5の所定の位置に照射され、その片持ち梁1で反射されいわゆる光テコ法によって受光素子6の所定の位置に導かれる。このとき、セルフオックレンズ20と、片持ち梁1と、受光素子6との位置関係は、可視光により位置合わせをしたときと同じ状態に設定されているため、赤外光の通過する光軸は可視光の通過する光軸と等しくなり、可視光により位置合わせをした位置に赤外光が照射されることになる。上述したような方法によって、赤外光の片持ち梁1上に照射される位置合わせと、受光素子6への入射位置合わせとを、肉眼で確認できる可視光によって容易に行うことができ、これにより、測定誤差を含むことなく、探針2の変位や振動を正確に測定することができる。

【0051】次に、本発明の第四の実施例を図6～図8に基づいて説明する（請求項4記載の発明に対応する）。



る)。なお、前述した各実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0052】図6は、前述した図3の変形例を示す。ここでは、前述したような光ファイバ19は用いられておらず、光結合器32の出射側には、LD25からの測定用の光又はLD28からの可視光を通過させるための出射窓37aが設けられ、この出射窓37aにはフォーカスレンズ37が取付けられている。これにより、レーザダイオードユニット27は、LD駆動回路26、29と、LD25、28と、コリメートレンズ30、31と、光結合器32と、出射窓37aと、フォーカスレンズ37とによって構成される。また、ここでは、測定用のLD25は、試料3が感光しない波長の光を発する。受光素子6も、試料3が感光しない波長の感度を有する。

【0053】図7は、図6のレーザダイオードユニット27を用いて本装置を構成した様子を示す。以下、本装置の動作について説明する。まず、LD28をオンにして、これより出射した可視光を用いて片持ち梁1上における照射位置の調整を肉眼により行う。この照射位置の調整は、レーザダイオードユニット27に取付けられた図示しない照射位置調整用のステージ（図4のステージ34と同様なもの）を移動させることによって行うことができる。また、受光素子6も、Xステージ35を用いて位置調整を行う。このようにして調整が終了した後、LD25をオンかつLD28をオフにして、試料3が感光しない波長の光を片持ち梁1上の所定の位置に照射することによって、その梁の曲がりやを光テコ法によって正確に測定することができる。

【0054】上述したように、本装置は、光ファイバ19を用いておらず、レーザダイオードユニット27から出射した光を直接片持ち梁1上に導くようにしているため、特に、スパーク放電等が問題とならない低電圧な表面電位等の測定に適用させることができる。また、LD25、受光素子6は試料3が感光しない波長にその発光波長及び受光感度の波長があるため、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなり測定精度を高めることができる。なお、LD28による可視光を用いて位置合わせを行う際に、赤外光を発するLD25も同時に点灯させてもよく、その位置合わせ後、可視光のみを消灯して実測定を行うようにしてもよい。

【0055】次に、図8は、レーザダイオードユニット27を、いわゆるフォトサーマル法（PT法）を採用した装置に適用した場合の例を示すものである。このPT法とは、ポンプビームを発する光源により変調光やパルス光を試料3に照射し、これにより生じる熱弾性効果により物質の組成、コーティング層の非破壊評価、超音響顕微鏡等の測定を行うことをいう。

【0056】試料3は、感光性材料により形成されてい

る。この試料3の上部には、ポンプビームを発する光源としてのLD38（半導体レーザ）と、レンズ39等の光学系とが配置されている。このLD38は変調電源40により駆動される。また、試料3の斜め上方には、干渉フィルター41と受光素子42（PSD）とが配置されている。この受光素子42は増幅器43に接続され、この増幅器43は測定信号aをロックインアンプ44に送る。また、このロックインアンプ44には、前記変調光源40から参照信号bが送られる。

【0057】PT法を採用した装置の動作について説明する。感光性の試料3の表面にLD38からポンプビームを与えることによって、試料表面は熱膨張を周期的に起こし上下動を生じる。この試料表面の上下動を、レーザダイオードユニット27のLD25からの光（プローブビーム）と受光素子42とによる光テコ法を用いて検出し、この検出された測定信号aをロックインアンプ44に送ることにより、試料3の表面形状や、比熱分布を調べることができる。なお、このような測定装置においても、LD38からの赤外光が試料表面に照射される位置を、可視光を発するLD28を用いて特定することができる。

【0058】次に、本発明の第五の実施例を図9及び図10に基づいて説明する（請求項5記載の発明に対応する）。なお、前述した各実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0059】図9に示すように、片持ち梁1の探針2が形成された面と反対側の面には、入射した光を可視光に変換する波長変換部材45が設けられている。ただし、この波長変換部材45は、片持ち梁1の曲がりやを検出する光が照射される領域（以下、探針領域A）以外の領域に存在する。

【0060】図10は、そのような波長変換部材45を有する片持ち梁1を、光ファイバ19と接続されたレーザダイオードユニット27とペアにして構成した場合の例を示す。このレーザダイオードユニット27は、レーザ駆動回路26と、LD25と、セルフオックコリメートレンズ24と、光ファイバカプラ23とからなっている。光テコ法を用いた片持ち梁1の反射光路上には、受光素子6が配置されている。この場合にも、前述した第四の実施例と同様に、LD25と受光素子6とは、試料3が感光しない波長にその発光波長及び受光感度の波長がある。

【0061】ここで、波長変換部材45の働きについて説明する。LD25から出射した赤外光は、光ファイバ19を介してセルフオックレンズ20から出射して片持ち梁1の方向に向かう。このとき、赤外光が通常の測定位置となる探針領域A内に照射されていれば何ら問題ないが、その赤外光が探針領域Aから外れた領域すなわち波長変換部材45上に照射されていればその照射位置で

赤外光が可視光に変換され光ることになる。このように光ることは、赤外光が正常な照射位置から外れていることを意味するため、セルフオックレンズ20の位置を図示しないステージを用い、波長変換部材45上の光っている位置を探針領域A内に導くように調整する。このように、測定用として用いられる赤外光の片持ち梁1上での位置合わせを、単に肉眼により又は光学顕微鏡を用いて簡単に行うことができるため、赤外スコープや可視光を発する調整用光源をわざわざ別個に設ける必要がなくなる。これにより、位置合わせが簡単に行え、小型で軽量

な装置を提供することができる。

【0062】次に、波長変換部材45の材料について説明する。波長変換部材45の材料は、光源として用いられるLD25の発光波長に対応して選択される。まず、LD25が紫外光の領域、特に、発光波長が185nm、254nmの場合には、波長変換部材45は表7、表8に示すような組成（蛍光材料）により形成される。

【0063】

【表7】

| 組 成  | 発光色 | 発光ピーク<br>波長 (nm) |
|--|-----|------------------|
| 〔ハロリン酸塩蛍光体〕  |     |                  |
| $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2 : \text{Sb}^{3+}$                        | 青白色 | 480              |
| $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{F}, \text{Cl})_2 : \text{Sb}^{3+}, \text{Mn}^{2+}$        | 昼光色 | 480, 575         |
| "  | 白 色 | 480, 575         |
| "  | 温白色 | 480, 580         |
| $\text{Sr}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$  | 青 色 | 447              |
| $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$                                     | "   | 452              |
| $(\text{Sr}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 \cdot n\text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$         | "   | 452              |
| $(\text{Ba}, \text{Ca}, \text{Mg})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$                          | 青緑色 | 483              |
| 〔リン酸塩蛍光体〕  |     |                  |
| $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Sn}^{2+}$   | 青緑色 | 464              |
| $\text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Ti}^{3+}$   | 青白色 | 483              |
| $(\text{Sr}, \text{Mg})_3(\text{PO}_4)_2 : \text{Sn}^{2+}$   | 橙 色 | 620              |
| $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 : \text{Tl}^+$   | 紫 外 | 328              |
| $(\text{Ca}, \text{Zn})_3(\text{PO}_4)_2 : \text{Tl}^+$  | "   | 310              |
| $\text{Sr}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$   | 青 色 | 420              |
| $\text{SrMgP}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}$  | "   | 394              |
| $\text{Sr}_2(\text{PO}_4)_2 : \text{Eu}^{2+}$  | "   | 408              |
| $2\text{SrO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3 : \text{Eu}^{2+}$                 | 青緑色 | 480              |
| $\text{LaPO}_4 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$   | 緑 色 | 543              |
| $\text{La}_2\text{O}_3 \cdot 0.2\text{SiO}_2 \cdot 0.9\text{P}_2\text{O}_5 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$ | "   | 543              |
| 〔けい酸塩蛍光体〕  |     |                  |
| $\text{Zn}_2\text{SiO}_4 : \text{Mn}^{2+}$   | 緑 色 | 525              |
| $\text{CaSiO}_3 : \text{Pb}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$  | 赤 色 | 610              |
| $(\text{Ba}, \text{Sr}, \text{Mg})_3\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Pb}^{2+}$                                  | 紫 外 | 370              |
| $(\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Zn})_3\text{Si}_2\text{O}_7 : \text{Pb}^{2+}$                                  | "   | 295              |
| $\text{BaSi}_2\text{O}_5 : \text{Pb}^{2+}$   | "   | 350              |
| $\text{Sr}_2\text{Si}_2\text{O}_7 \cdot 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$                                     | 青緑色 | 490              |
| $\text{Ba}_3\text{MgSi}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}$  | 青 色 | 435              |
| $(\text{Sr}, \text{Ba})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 : \text{Eu}^{2+}$                                    | "   | 400              |
| $\text{Y}_2\text{SiO}_5 : \text{Ce}^{3+}, \text{Tb}^{3+}$  | 緑 色 | 543              |

【0064】

【表8】

| 組 成  | 発光色   | 発光ピーク<br>波長 (nm)   |
|--|---|--|
| 〔タングステン酸塩蛍光体〕<br>CaWO <sub>4</sub><br>CaWO <sub>4</sub> :Pb <sup>2+</sup><br>MgWO <sub>4</sub>   | 青 色<br>"<br>青白色   | 415<br>435<br>480  |
| 〔アルミン酸塩蛍光体〕<br>LiAlO <sub>2</sub> :Fe <sup>3+</sup><br>BaAl <sub>12</sub> O <sub>19</sub> :Eu <sup>2+</sup><br>BaMg <sub>2</sub> Al <sub>10</sub> O <sub>27</sub> :Eu <sup>2+</sup><br>BaMg <sub>2</sub> Al <sub>10</sub> O <sub>27</sub> :Eu <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup><br>Sr <sub>2</sub> Al <sub>14</sub> O <sub>25</sub> :Eu <sup>2+</sup><br>SrMgAl <sub>10</sub> O <sub>19</sub> :Eu <sup>2+</sup><br>CeMgAl <sub>11</sub> O <sub>19</sub> :Tb <sup>3+</sup>   | 赤 外<br>青緑色<br>青 色<br>青緑色<br>"<br>青 色<br>緑 色             | 735<br>480<br>452<br>450, 515<br>493<br>465<br>543               |
| 〔その他〕<br>Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu <sup>3+</sup><br>Y(P,V)O <sub>4</sub> :Eu <sup>3+</sup><br>YVO <sub>4</sub> :Dy <sup>3+</sup><br>Cd <sub>2</sub> B <sub>2</sub> O <sub>7</sub> :Mn <sup>2+</sup><br>SrB <sub>4</sub> O <sub>7</sub> :F:Eu <sup>2+</sup><br>GdMgB <sub>6</sub> O <sub>10</sub> :Ce <sup>3+</sup> , Tb <sup>3+</sup><br>6MgO·As <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :Mn <sup>2+</sup><br>3.5MgO·0.5MgF <sub>2</sub> ·GeO <sub>2</sub> :Mn <sup>2+</sup><br>MgGa <sub>2</sub> O <sub>4</sub> :Mn <sup>2+</sup> | 赤 色<br>"<br>白 色<br>桃 色<br>紫 色<br>緑 色<br>赤 色<br>"<br>緑 色 | 611<br>619<br>480, 570<br>620<br>360<br>543<br>655<br>655<br>510 |

【0065】LD25が紫外光の領域、特に、発光波長が297nm, 313nm, 365nmの場合、また、  
400nm以下の場合には、波長変換部材45は表9に

示すような組成（蛍光材料）からなる。

【0066】

【表9】

| 組 成  | 発光色               | 発光ピーク<br>波長 (nm)  |
|--|-------------------|-------------------|
| 〔りん酸塩〕<br>(Sr,M) <sub>2</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> :Sn <sup>2+</sup> M=Mg, Zn   | 橙赤色               | 630               |
| 〔ゲルマン酸塩〕<br>4MgO·GeO <sub>2</sub> :Mn <sup>2+</sup><br>4(MgO,MgF <sub>2</sub> )·GeO <sub>2</sub> :Mn <sup>2+</sup>   | 深赤色<br>"          | 660<br>660        |
| 〔イットリウム酸塩〕<br>Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Eu <sup>3+</sup>  | 赤 色               | 613               |
| 〔バナジン酸塩〕<br>YVO <sub>4</sub> :Eu <sup>3+</sup> Y(P,V)O <sub>4</sub> :Eu <sup>3+</sup><br>Y(P,V)O <sub>4</sub> :In <sup>3+</sup>  | 赤 色<br>青白色        | 619<br>460        |
| 〔ハロけい酸塩〕<br>Sr <sub>2</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>8</sub> ·2SrCl <sub>2</sub> :Eu <sup>2+</sup>   | 青緑色               | 485               |
| 〔アルミン酸塩〕<br>(Ba,Mg) <sub>2</sub> Al <sub>10</sub> O <sub>27</sub> :Eu <sup>2+</sup><br>(Ba,Mg) <sub>2</sub> Al <sub>10</sub> O <sub>27</sub> :Eu <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup><br>Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ·Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> :Tb <sup>3+</sup> | 青 色<br>緑 色<br>黄緑色 | 450<br>515<br>545 |

【0067】LD25が赤外光の領域、特に、発光波長が800nm以上の場合には、波長変換部材45は表10に示すような組成（蛍光材料）からなる。

【0068】

【表10】

| 組 成  | 発光色 |
|--|-----|
| Y <sub>0.95</sub> Yb <sub>0.05</sub> Er <sub>0.01</sub> F <sub>3</sub>   | 緑 色 |
| NaY <sub>0.95</sub> Yb <sub>0.05</sub> Er <sub>0.01</sub> F <sub>3</sub> | "   |
| BaY <sub>1.95</sub> Yb <sub>0.05</sub> Er <sub>0.01</sub> F <sub>3</sub> | "   |
| Y <sub>0.95</sub> Yb <sub>0.05</sub> Er <sub>0.01</sub> OCl              | 赤 色 |
| Y <sub>0.95</sub> Yb <sub>0.05</sub> Tm <sub>0.01</sub> F <sub>3</sub>   | 青 色 |

【0069】LD25が赤外光の領域、特に、発光波長が800nm以上の場合には、波長変換部材45は表10に示すような組成（非線形光学材料）からなる。

【0070】

【表 11】

| 組 成                              |
|----------------------------------|
| Te                               |
| CdGeAs <sub>2</sub>              |
| GaSe                             |
| ZnGeP <sub>2</sub>               |
| AgGaSe <sub>2</sub>              |
| CdSe                             |
| AgGaS <sub>2</sub>               |
| Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> |
| LiNbO <sub>3</sub>               |
| LiIO <sub>3</sub>                |

【0071】 上述した表 7～表 11 からわかるように、波長変換部材 45 の材料を LD 25 の発光波長に対応して適宜選択することによって、効率良く発光させることができる。なお、このような材料の他に、有機非線形光学材料を用いるようにしてもよい。

【0072】 次に、本発明の第六の実施例を図 11 に基づいて説明する（請求項 6 記載の発明に対応する）。なお、前述した各実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0073】 片持ち梁 1 の上部には、一定間隔を開けて遮蔽部材としての遮蔽板 46 が配置されている。この遮蔽板 46 の先端領域には穴 47 が形成されている。この穴 47 の直下の片持ち梁 1 の領域が、その梁の曲がりを検出するための光が照射される探針領域 A とされている。また、遮蔽板 46 上の穴 47 を除く領域には、入射した光を可視光に変換する波長変換部材 45 が設けられている。

【0074】 このように波長変換部材 45 を有する遮蔽板 46 を片持ち梁 1 の上部に配置させたことによって、前述した第五の実施例（図 10 参照）と同様に、力検出用の赤外光が波長変換部材 45 上に照射されるとその部分が可視光となって光るため、片持ち梁 1 の位置合わせを肉眼により行うことができる。また、波長変換部材 45 は、片持ち梁 1 上に直接形成されておらず、別個に配置された遮蔽板 46 上に形成されているため、片持ち梁 1 の設計・製作上の制約が少なくなり自由度を高めることができる。なお、本実施例では、遮蔽部材は、片持ち梁 1 の上部だけを覆う遮蔽板 46 としたが、これに限るものではなく、片持ち梁 1 の全部の領域を覆うようにしてもよい。

【0075】 次に、本発明の第七の実施例を図 12 及び図 13 に基づいて説明する（請求項 7 記載の発明に対応する）。なお、前述した各実施例と同一部分についての説明は省略し、その同一部分については同一符号を用いる。

【0076】 片持ち梁 1 の周囲は、遮蔽部材としてのシールドボックス 48 により覆われている。このシールドボックス 48 は、導電材料からなり、板厚が厚く高い剛性をもっている。シールドボックス 48 の先端には穴 4

7 が形成され、この穴 47 を除く上面側には波長変換部材 45 が設けられている。また、シールドボックス 48 と片持ち梁 1 とはリード線 49 により接続され、これによりシールドボックス 48 と、片持ち梁 1 と、探針 2 とは、同電位に設定されている。

【0077】 このように波長変換部材 45 を設けたことによって、力検出用の赤外光が本来照射されるべき片持ち梁 1 上の探針領域 A に位置するように、肉眼により位置合わせをすることができる。また、シールドボックス 48 は高剛性とされているため、そのシールドボックス 48 と周辺機器（図示せず）との間で静電力が作用しても、シールドボックス 48 が振動するようなことがなく、これに伴い片持ち梁 1 も振動しない。さらに、シールドボックス 48 と片持ち梁 1 と探針 2 とは同電位に設定されているため、片持ち梁 1 の裏面（探針 2 が形成された面と反対側の面）と周辺機器との間で静電引力が作用するようなことがなく、これにより、静電引力は探針 2 と試料表面との間でのみ作用するため、測定誤差が生じるようなことがない。なお、片持ち梁 1 上に波長変換部材 45 を直接形成していないため、設計・製作の自由度を高めることができる。

【0078】 また、図 13 は、図 12 の変形例を示すものである。シールドボックス 48 に開けられた穴 47 の領域に、透明な導電材料からなる透明導電膜 50 を設けて上面側を塞いだ状態にする。この透明導電膜 50 はシールドボックス 48 と同電位とされている。このように探針領域 A を塞いだ状態にすることによって、片持ち梁 1 の裏面と周辺機器との間に作用する静電力をさらに小さくさせることができ、これにより測定精度を一段と向上させることができる。

【0079】

【発明の効果】 請求項 1 記載の発明は、レーザ駆動回路で駆動されることにより測定用光源から発せられた光を光源ユニット外部の光伝送部に導き、その光導波路の一端の出射部から出た光を片持ち梁の先端に照射して片持ち梁の曲がりを検出するようにしたので、探針と試料表面との間の高電圧放電によって電磁ノイズが生じても、その電磁ノイズが光源ユニット側に伝搬されることがなくなり、これにより、測定用光源が電磁ノイズ等により破壊されるようなことがなくなるため、大型の試料に対しても十分測定が可能な信頼性の高い装置を提供することができる。また、レーザ駆動回路と光源とを光テコ光学系から離間した位置の光源ユニット内に設け、この光源ユニットからの光を光導波路を介して伝送するようにしたので、光源ユニットの配設位置の自由度を高め、装置の小型化を図ることができる。

【0080】 請求項 2 記載の発明は、測定用光源の発光波長を試料が感光しない波長とすると共に、その光源からの光を受光する受光素子も試料が感光しない波長に感度を有するようにしたので、試料表面の状態が光源の光

によって乱されるようなことがなくなり、これにより測定精度が一段と高い装置を提供することができる。

【0081】請求項3記載の発明は、光源ユニット内に、可視光を発する調整用光源と、この調整用光源から出射される可視光又は測定用光源から出射される光を光伝送部に導くための光結合部とを設けたので、測定用光源から発せられる光の片持ち梁上に照射される照射位置及び受光素子への入射位置を肉眼により確認しながら容易に位置合わせを行うことができる。

【0082】請求項4記載の発明は、測定用光源及び受光素子を試料が感光しない波長にその発光波長及び受光感度の波長があるようにしたので、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなり特に低電圧の表面電位測定として使用される場合における測定精度を高めることができ、また、光源ユニット内に、力検出用の光を発する測定用光源と、照射位置調整用の可視光を発する調整用光源と、調整用光源から出射される可視光又は測定用光源から出射される光を通過させる出射窓とを設けたので、測定用光源から発せられる光の片持ち梁上に照射される照射位置及び受光素子への入射位置を肉眼により確認しながら容易に位置合わせを行うことができる。

【0083】請求項5記載の発明は、光源及び受光素子を試料が感光しない波長に対応した材料により形成したので、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなり測定精度を一段と高めることができ、また、光源から出射した光を片持ち梁上の波長変換部材に照射して可視光に変換するようにしたので、測定用光源から発せられる光の照射位置の調整を一段と容易に行うことができる。

【0084】請求項6記載の発明は、光源及び受光素子を試料が感光しない波長にその発光波長及び受光感度の波長があるようにしたので、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなり測定精度を一段と高めることができ、また、光源から出射した光を遮蔽部材上に設けられた波長変換部材に照射して可視光に変換するようにしたので、測定用光源から発せられる光の照射位置の調整を一段と容易に行うことができ、さらに、波長変換部材を片持ち梁上ではなく遮蔽部材上に設けるようにしたので、探針及び片持ち梁の設計製作上の自由度を高めることができる。

【0085】請求項7記載の発明は、光源及び受光素子を試料が感光しない波長に対応した材料により形成したので、試料表面の状態が光源の光によって乱されるようなことがなくなり測定精度を一段と高めることができ、また、光源から出射した光を遮蔽部材上に設けられた波長変換部材に照射して可視光に変換するようにしたので、測定用光源から発せられる光の照射位置の調整を一段と容易に行うことができ、さらに、波長変換部材を片持ち梁上ではなく遮蔽部材上に設けるようにしたので、

探針及び片持ち梁の設計製作上の自由度を高めることができ、さらにまた、片持ち梁と周辺機器との間で働く静電引力を小さくすることができるので、この静電引力による測定誤差をなくし、測定精度を高めることができる。

【0086】請求項8記載の発明は、試料の感光材料の感光感度が400nm付近のものに対しては600nm以上の発光波長をもつ光源を用い、試料の感光材料の感光感度が600nm付近のものに対しては400nm以下の発光波長をもつ光源を用いるようにしたので、光源の光により試料の状態が乱されるようなことがなくなり、これにより一段と正確な測定を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例である物理量測定装置を示す構成図である。

【図2】本発明の第二の実施例である感光体の分光感度を示す特性図である。

【図3】本発明の第三の実施例である光源ユニットを示す構成図である。

【図4】図3の光源ユニットを備えた物理量測定装置を示す構成図である。

【図5】人間が感じる波長領域の視感度を示す特性図である。

【図6】本発明の第四の実施例である光源ユニットを示す構成図である。

【図7】図6の光源ユニットを備えた物理量測定装置を示す構成図である。

【図8】フォトサーマル法を適用した物理量測定装置を示す構成図である。

【図9】本発明の第五の実施例を示すものであり、(a)は片持ち梁の断面図、(b)はその上面図である。

【図10】図9の片持ち梁を備えた物理量測定装置を示す構成図である。

【図11】本発明の第六の実施例を示すものであり、(a)は片持ち梁の断面図、(b)はその上面図である。

【図12】本発明の第七の実施例を示すものであり、(a)は片持ち梁の断面図、(b)はその上面図である。

【図13】図12の変形例を示すものであり、(a)は片持ち梁の断面図、(b)はその上面図である。

【図14】従来の光テコ法による基本的な検出原理を示す断面図である。

【図15】図14の光テコ法による検出光学系を応用した従来例を示す断面図である。

【図16】従来の物理量測定装置を示す回路図である。

【符号の説明】

- |   |           |
|---|-----------|
| 1 | 片持ち梁 (パネ) |
| 2 | 探針        |

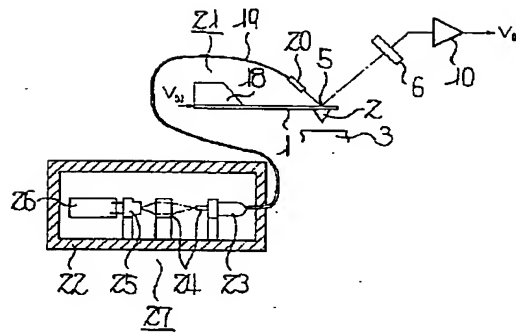
25

26

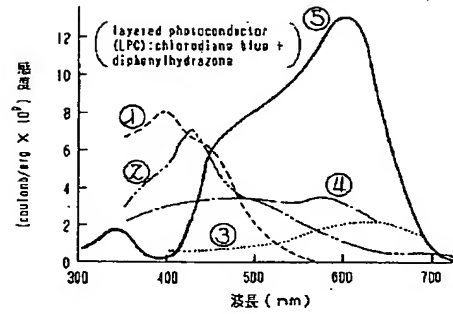
- 3 試料  
6 受光素子  
19 光導波路  
20 出射部  
21 光伝送部  
25 測定用光源  
26 レーザ駆動回路  
27 光源ユニット

- 28 調整用光源  
29 レーザ駆動回路  
32 光結合器  
37 a 出射窓  
45 波長変換部材  
46, 48 遮蔽部材  
A 探針領域

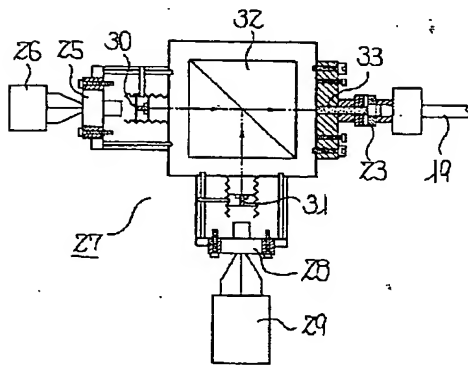
【図1】



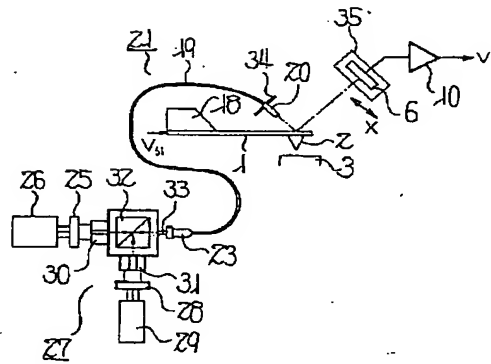
【図2】



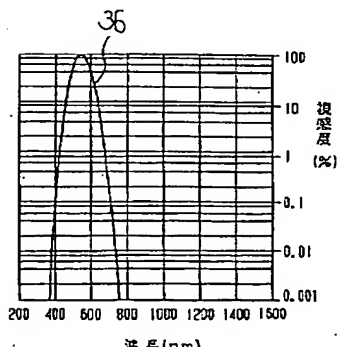
【図3】



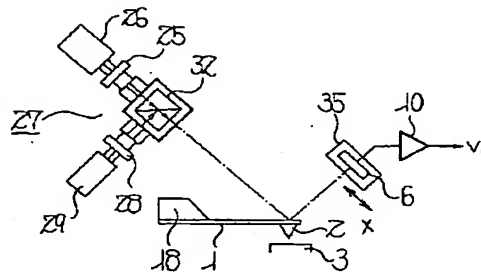
【図4】



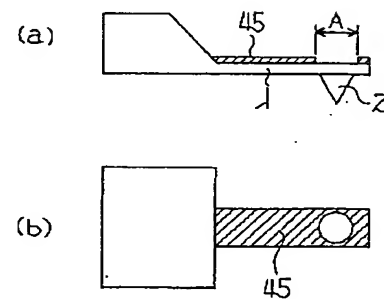
【図5】



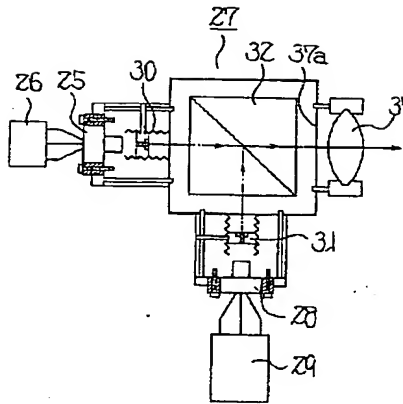
【図7】



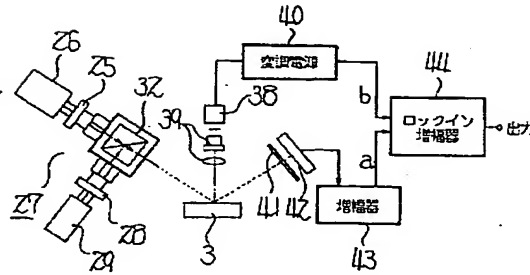
【図9】



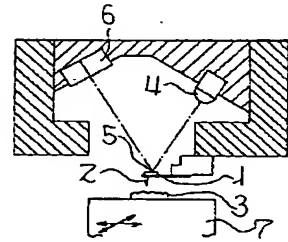
【図 6】



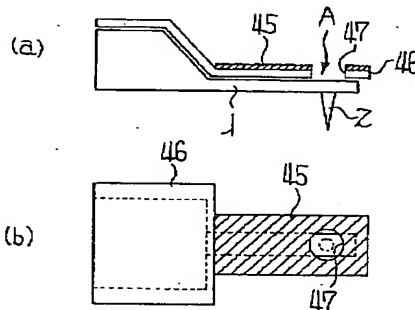
【図 8】



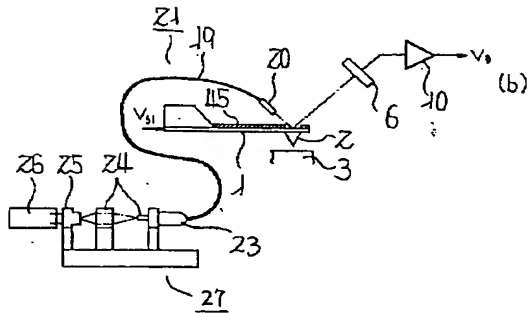
【図 14】



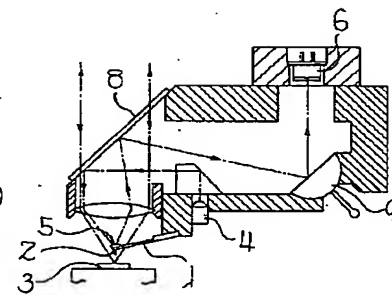
【図 11】



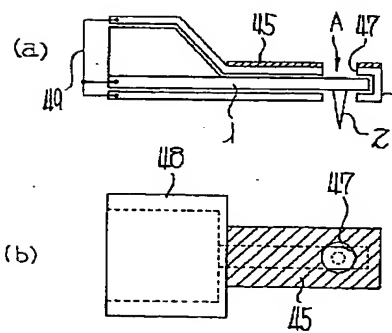
【図 10】



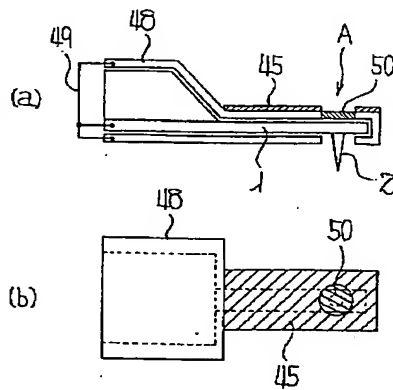
【図 15】



【図 12】

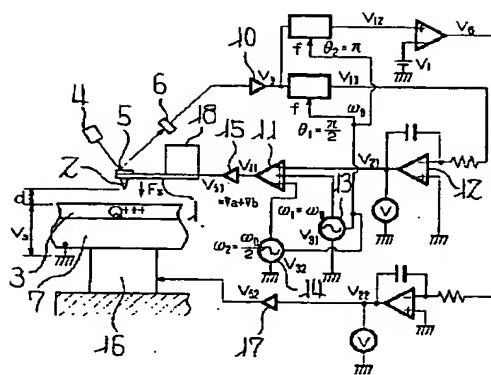


【図 13】





**I**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-170906

(43)Date of publication of application : 02.07.1996

(51)Int.Cl. G01B 11/00  
G01D 5/26  
G01R 29/12

(21)Application number : 07-003785

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 13.01.1995

(72)Inventor : TAKAHASHI JUNICHI

(30)Priority

Priority number : 06253146

Priority date : 19.10.1994

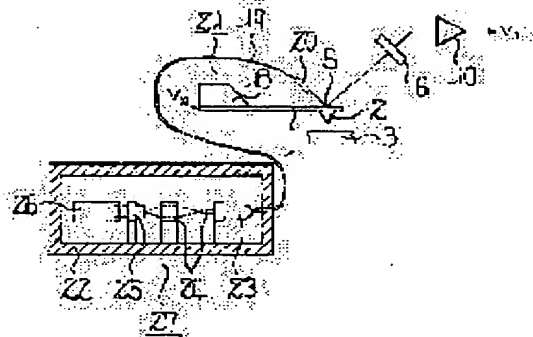
Priority country : JP

## (54) PHYSICAL QUANTITY MEASURING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a small-sized and lightweight physical quantity measuring apparatus which can measure the physical quantity even of a large sample highly accurately with no influence of electromagnetic noise or the like.

CONSTITUTION: A laser drive circuit 26 and a light source 25 are disposed in a light source unit 27 separated from an optical lever system and the light from the light source 25 is introduced to an optical transmitting section 21 on the outside of the light source unit 27. The light transmitted on an optical waveguide 19 is emitted from an emitting part 20 toward the forward end of a cantilever beam 1 where a probe 2 is formed. Since an electromagnetic noise produced between the probe 2 and the surface of a sample 3 due to high voltage discharge does not propagate to the light source unit 27 side, the light source 25 can be protected against deterioration.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.04.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3213503

[Date of registration]

19.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting between the front faces of the sample by which has the spring with which the probe was attached and opposite arrangement was carried out at the probe and this, an oscillation, or an oscillation, using the optical technique The physical quantity measuring device characterized by arranging a light source unit fixed in the location estranged from said spring, having the outgoing radiation section for said spring in the location which carried out contiguity opposite, and between this outgoing radiation section and said light source units being connected by optical waveguide.

[Claim 2] The physical quantity measuring device according to claim 1 characterized by having considered as the wavelength on which a sample does not expose the luminescence wavelength of the light source for measurement, and considering as the wavelength on which said sample does not expose the wavelength on which a photo detector has sensibility.

[Claim 3] The physical quantity measuring device according to claim 1 or 2 characterized by forming the optical coupling machine which leads the light by which outgoing radiation is carried out from the light source for adjustment which emits the light, and said light or the light source for measurement by which outgoing radiation is carried out from this light source for adjustment to the optical transmission section in a light source unit.

[Claim 4] In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting between the front faces of the sample by which has the spring with which the probe was attached and opposite arrangement was carried out at the probe and this, an oscillation, or an oscillation, using the optical technique The physical quantity measuring device characterized by preparing the photo detector which has sensibility on the wavelength which it has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the light source for adjustment which emits the light, the light is irradiated by the location where said light source for measurement is irradiated at the time of measurement, and said sample does not expose.

[Claim 5] In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting between the front faces of the sample by which has the spring with which the probe was attached and opposite arrangement was carried out at the probe and this, an oscillation, or an oscillation, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose. The physical quantity measuring device characterized by preparing the wavelength converter material which changes into the light the light emitted from the light source for measurement in addition to the part by which the light emitted from said light source for measurement on said spring is irradiated.

[Claim 6] In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting between the front faces of the sample by which has the spring with which the probe was attached and

opposite arrangement was carried out at the probe and this, an oscillation, or an oscillation, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose. The physical quantity measuring device characterized by having prepared the wrap electric shielding member for the part except a probe field or all the fields of said spring, and preparing the wavelength converter material which changes the light of said light source for measurement into the light on this covered member.

[Claim 7] In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting between the front faces of the sample by which has the spring with which the probe was attached and opposite arrangement was carried out at the probe and this, an oscillation, or an oscillation, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose. The covered member formed with the electrical conducting material with rigidity higher than the wrap aforementioned spring in the part or all the fields of said spring except the probe field of said spring is prepared. The physical quantity measuring device characterized by setting the covered member which prepares the wavelength converter material which changes the light of said light source for measurement into the light on this covered member, and has this wavelength converter material as said spring and said probe, and this potential.

[Claim 8] The physical quantity measuring device according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 characterized by making into the value of 400nm or less or 600nm or more luminescence wavelength of the light source which a sample does not expose.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Industrial Application]** This invention relates to a scanning force microscope, a high-resolution surface potential configuration measuring device, and the physical quantity measuring device further used for the measuring device of the surface potential of a photo conductor drum, a toner configuration, and toner potential distribution etc.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** Conventionally, various things are proposed as a physical quantity measuring device which measures the conditions on the front face of a sample (potential, configuration, etc.). drawing 14 — the deflection of a cantilever 1 — the so-called optical TEKO — the fundamental configuration measured using the optical technique by law is shown. In this case, the light which carried out outgoing radiation from the light source 4 is irradiated by the reflective mirror 5 of the field in which the probe 2 at the tip of a cantilever 1 was formed, and the field of the opposite side, and the light reflected by this reflective mirror 5 is led to the photo detector 6. In such the condition, the deflection of said spring or vibration changes according to the force committed between a probe 2 and the front face of a sample 3. And when it is reflected by the reflective mirror 5 on a cantilever 1 according to that change, the location of the light which reaches on a photo detector 6 moves and a photo detector 6 detects this motion, the force committed to a cantilever 1 can be measured. Thus, the optical TEKO optical system which consisted of the light source 4, a reflective mirror 5, and a photo detector 6 needs a certain amount of optical path length, and is in the inclination which the whole optical system enlarges. For this reason, in measuring two-dimensional distribution of a sample surface state, the scan of that optical system itself is not performed, but it is made to measure by making the stage 7 side in which the sample 3 was installed scan.

**[0003]** the example (refer to JP,5-256641,A) of drawing 15 — optical TEKO — a cantilever small at the high sensitivity using law — a variation rate — detection equipment is shown. In this case, the miniaturization of the whole optical system is attained by arranging the light source 4 near the cantilever 1, and earning the optical path length by mirrors 8 and 9. Thereby, it can respond now also to measurement of large-sized samples, such as a photo conductor drum.

**[0004]** The example (refer to Japanese Patent Application No. No. 93499 [ five to ]) of drawing 16 shows an example of the equipment which measures the surface potential and the surface configuration of a sample 3 (photo conductor drum). In this case, it is reflected by the reflective mirror 5 attached in the rear face which is the tip of a cantilever 1, and the light which carried out outgoing radiation from the light source 4 (semiconductor laser) is detected by the photo detector 6 by the so-called optical TEKO method. This detected signal is outputted as an output  $V_0$  by pre amplifier 10. Then, the electrical potential difference  $V_{21}$  which is an output value from an integrator 12, the alternating voltage  $V_{31}$  of sinusoidal AC power supply 13, and the alternating voltage  $V_{32}$  of sinusoidal AC power supply 14 are impressed to an adder 11. The electrical potential difference  $V_{41}$  from this adder 11 is sent to power amplification 15, and the electrical potential difference  $V_{51}$  from this power amplification 15 is impressed to the probe 2 of a cantilever 1. This electrical potential difference  $V_{51}$  is the resonance frequency  $\omega_0$  of

a cantilever 1. Frequency  $\omega/2$  of 1/that 2 It is superimposed on the alternating voltage  $V_a$   $[=G(V_{31}+V_{32})]$  which it has, and the direct-current bias voltage  $V_b$  ( $=GV_{21}$ ). This electrical potential difference  $V_{51}$  is impressed to a cantilever 1, and it is resonance frequency  $\omega_0$ . The surface potential of a sample 3 is measured from this value of  $V_b$  by detecting the difference of the direct-current bias voltage  $V_b$  and the potential  $V_s$  (potential to touch-down potential) on the front face of a sample from the amplitude of resonance vibration of the cantilever 1 to produce, and controlling the direct-current bias voltage  $V_b$  so that this difference is set to 0. On the other hand, it is a frequency  $\omega/2$ . The shape of surface type of a sample 3 is measured from the electrical potential difference  $V_{22}$  which is the control signal of that Z-axis actuator 16 by measuring the distance  $d$  between the tip of a probe 2, and the front face of a sample 3 from the amplitude to produce, and carrying out drive control of the Z-axis actuator 16 with the electrical potential difference  $V_{52}$  from power amplification 17 so that the value of this distance  $d$  may be kept constant. Thus, the shape of surface potential and surface type of a sample 3 can be measured independently simultaneous.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] With the equipment of drawing 15, the light sources 4 (laser diode etc.) are arranged near the cantilever 1, and the miniaturization of the whole optical system is attained. In this case, since it is necessary to drive the light source 4 according to the always stabilized constant current, the laser drive circuit (not shown) for driving this is needed for an optical-system side. However, the configuration of the whole optical system enlarges arranging such a laser drive circuit in an optical-system side, weight becomes heavy and it becomes disadvantageous about the scan by migration with a cantilever 1 and optical system especially to a large-sized sample. Then, do not arrange a laser drive circuit in an optical-system side directly, but it is made to arrange in distant somewhere else, and there is the approach of supplying power to the light source 4 through electric wiring from the location. However, by such approach, when measuring high voltage surface potential under a scanning force microscope, a big problem arises. That is, the discharge accompanied by a spark may arise during measurement of high voltage surface potential between a probe 2 and the front face of a sample 3, and between a probe 2 and a peripheral device (not shown). such spark discharge — electromagnetism — a noise — generating — this electromagnetism — surge current flows to the electric wiring between a laser drive circuit and the light source 4, and when the worst, the light source 4 will be destroyed by the noise.

[0006] moreover, the example of drawing 16 — like — optical TEKO — when performing force detection by law, not all the light that carried out outgoing radiation from the light source 4 is led to a photo detector 6, but a part of the light is scattered about and irradiated by the front face of a sample 3. When the ingredient (photo conductor drum) which has photosensitivity as a sample 3 is used like this example, by that light that leaked, a drum front face will expose, surface charge will discharge, and a normal condition (electrostatic latent image) will be disturbed.

[0007] Moreover, in order to measure the deflection of a cantilever 1, and vibration with a sufficient precision using optical technique, the light by which outgoing radiation is carried out from the light source 4 must be correctly irradiated by the tip location of a cantilever 1, and needs to perform alignment by which light is irradiated before measurement. However, the wavelength of the light used for the light source 4 is not a visible region but an infrared or ultraviolet field. For this reason, it is impossible to perform alignment of the light which carried out outgoing radiation from the light source 4 with the naked eye. Moreover, although the infrared image converter which visualizes radiation of infrared light is also marketed, sensibility is low and inadequate for practical use.

[0008] Moreover, in drawing 16, although electrostatic attraction is acting between a probe 2 and the front face of a sample 3 (photo conductor drum) It is an equivalent area which counters [ potential difference / the ]  $d_1$  and the drum front face in the point of a probe 2 in  $V_1$  and distance  $S_1$  Force  $F_1$  which will be committed between a probe 2 and a drum front face if it carries out  $F_1 = S_1 \epsilon_0 (V_{12}/d_{12})$  — (1)

However,  $\epsilon_0$ : It can express as a dielectric constant of air. On the other hand, although



the cantilever 1 made into a probe 2 and this potential is supported by the pedestal 18, the support device (peripheral device) for supporting these components is prepared in the perimeter of this pedestal 18, and such a support device serves as touch-down potential for noise shielding. For this reason, electrostatic attraction acts between a cantilever 1 and the support device of the circumference of it. They are  $d_2$  and an equivalent area about  $V_2$  and an equivalent distance in the potential difference between now and its both  $S_2$ . When it carries out, it is the force  $F_2$  in this case.  $F_2 = S_2 \epsilon_0 (V_2^2/d_2^2) \text{ --- (2)}$

It can express by carrying out. Although it is  $d_1 \ll d_2$  here when  $F_1$  and  $F_2$  of (1) and (2) type are compared, it is area  $S_2$ . It is the rear-face side of a cantilever 1, and is set to  $S_2 \gg S_1$ . Moreover, for the potential of a probe 2, and the potential on the front face of a drum, to becoming constitutionally almost equal, since it is always touch-down potential, the potential of a surrounding support device is  $V_2$ , when the potential on the front face of a drum is high. A value becomes large and, thereby, is set to  $V_1 \ll V_2$ . Therefore, depending on the environmental condition of a peripheral device since it is such, it is the force  $F_2$ . Force  $F_1$  It receives, becomes the value which cannot be disregarded and becomes the cause in which this value causes a measurement error.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In invention according to claim 1, it has the spring with which the probe was attached. In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting on the probe and this between the front faces of the sample by which opposite arrangement was carried out, vibration, or vibration, using the optical technique The light source unit was arranged fixed in the location estranged from said spring, it has the outgoing radiation section in the location which carried out contiguity opposite, and between this outgoing radiation section and said light source units was connected to said spring by optical waveguide.

[0010] In invention according to claim 2, in invention according to claim 1, it considered as the wavelength on which a sample does not expose the luminescence wavelength of the light source for measurement, and considered as the wavelength on which said sample does not expose the wavelength on which a photo detector has sensibility.

[0011] In invention according to claim 3, the optical coupling machine which leads the light by which outgoing radiation is carried out from the light source for adjustment which emits the light in a light source unit, and said light or the light source for measurement by which outgoing radiation is carried out from this light source for adjustment to the optical transmission section was formed in invention according to claim 1 or 2.

[0012] In invention according to claim 4, it has the spring with which the probe was attached. In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting on the probe and this between the front faces of the sample by which opposite arrangement was carried out, vibration, or vibration, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the light source for adjustment which emits the light, the light was irradiated by the location where said light source for measurement is irradiated at the time of measurement, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose was prepared.

[0013] In invention according to claim 5, it has the spring with which the probe was attached. In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting on the probe and this between the front faces of the sample by which opposite arrangement was carried out, vibration, or vibration, using the optical technique It had the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose, and the wavelength conversion member which changes into the light the light emitted from the light source for measurement in addition to the part by which the light emitted from said light source for measurement on said spring is irradiated was prepared.

[0014] In invention according to claim 6, it has the spring with which the probe was attached. In

the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting on the probe and this between the front faces of the sample by which opposite arrangement was carried out, vibration, or vibration, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose. The wrap electric shielding member was prepared for the part except a probe field or all the fields of said spring, and the wavelength conversion member which changes the light of said light source for measurement into the light was prepared on this covered member.

[0015] In invention according to claim 7, it has the spring with which the probe was attached. In the physical quantity measuring device which measures the physical quantity of said sample by detecting change of the deflection of said spring by the force of acting on the probe and this between the front faces of the sample by which opposite arrangement was carried out, vibration, or vibration, using the optical technique It has the light source for measurement which emits the light of the wavelength which said sample does not expose, and the photo detector which has sensibility on the wavelength which said sample does not expose. The covered member formed with the electrical conducting material with rigidity higher than the wrap aforementioned spring in the part or all the fields of said spring except the probe field of said spring is prepared. The wavelength conversion member which changes the light of said light source for measurement into the light was prepared on this covered member, and the covered member which has this wavelength conversion member was set as said spring and said probe, and this potential.

[0016] In invention according to claim 8, the luminescence wavelength of the light source which a sample does not expose was set as the value of 400nm or less or 600nm or more in invention according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7.

[0017]

[Function] The light which drove by the laser drive circuit and was emitted from the light source for measurement in invention according to claim 1 It is led to the optical transmission section of the light source unit exterior, and the inside of the optical waveguide is spread. The light which came out of the outgoing radiation section of the end of that optical waveguide is irradiated by the point of a spring (it is hereafter called a cantilever), the light reflected by this cantilever is detected by the photo detector, and change of the variation rate of a probe, vibration, or vibration is measured based on this detected signal. Thus, since it is prepared in a light source unit and connects with the cantilever optically through optical waveguide, the light source for measurement and a laser drive circuit are left in distance with a cantilever, and can be installed. therefore, the electromagnetism by the spark produced near a probe -- a noise etc. does not spread

[0018] In invention according to claim 2, the light of the wavelength which the sample (for example, photo conductor drum) emitted from the light source for measurement does not expose is led to the cantilever on which the force acts, and the light reflected by this cantilever is detected by the photo detector which has the sensibility of the wavelength which a sample does not expose. Thus, by using the light of the wavelength which a sample does not expose, it is lost that the condition on the front face of a sample is disturbed by the light of the light source.

[0019] In invention according to claim 3, the light which carried out outgoing radiation from the light source for adjustment is led to the optical transmission section from a light source unit through an optical coupling machine, and is led to the cantilever on which outgoing radiation is carried out from the outgoing radiation section of the end of optical waveguide, and the force acts. Thus, by using the light source for adjustment which emits the light, a naked eye can adjust the exposure location of a cantilever.

[0020] In invention according to claim 4, since the light emitted from the light source for adjustment is irradiated by the cantilever, the light which has the wavelength which the sample which could adjust the exposure location on the cantilever with the naked eye, and was emitted from the light source for measurement by this does not expose will be led to the exposure location after the adjustment. Thus, by using the light source for adjustment which emits the light, a naked eye can adjust the exposure location of a cantilever:

[0021] In invention according to claim 5, the light which has the wavelength which the sample emitted from the light source does not expose can adjust the exposure location of a cantilever easily while being able to measure physical quantity, without being able to shine the irradiated location by the light and disturbing the condition of a sample by this, when the wavelength conversion member on a cantilever irradiates.

[0022] The light which has the wavelength which the sample emitted from the light source does not expose in invention according to claim 6 When the wavelength conversion member on the covered member arranged in the upper part of a cantilever irradiates The irradiated location can be shone by the light, physical quantity can be measured by this, without disturbing the condition of a sample, the exposure location of a cantilever can be adjusted easily, and the constraint on design manufacture of a cantilever can be lost further.

[0023] The light which has the wavelength which the sample emitted from the light source does not expose in invention according to claim 7 When the wavelength conversion member on the covered member arranged in the upper part of a cantilever irradiates The irradiated location can be shone by the light, and physical quantity can be measured by this, without disturbing the condition of a sample. The exposure location of a cantilever can be adjusted easily and the constraint on design manufacture of a cantilever can be lost. Furthermore, a covered member is formed with an electrical conducting material with high rigidity, and since this cantilever and a covered member are set as this potential, they can make small electrostatic attraction committed between a cantilever and a peripheral device.

[0024] In invention according to claim 8, being frequently used as a sensitive material of a sample From sensitization sensibility being a thing near 400nm, and a thing near 600nm It is lost by using the light source which has the luminescence wavelength of 400nm or less to the sample of the sensitive material near 600nm using the light source which has the luminescence wavelength of 600nm or more to the sample of the sensitive material near 400nm that the condition of a sample is disturbed by the light of the light source.

[0025]

[Example] The first example of this invention is explained based on drawing 1 (it corresponds to invention according to claim 1). In addition, the explanation about the same part as the conventional example ( drawing 14 - drawing 16 ) mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0026] A probe 2 is attached at the tip of the cantilever 1 as a spring, and the samples 3 (photo conductor drum etc.) used for high voltage surface potential measurement are arranged in this probe 2 and the location which countered. the same optical TEKO as the conventional example (refer to drawing 16 ) mentioned above in the rear-face side of the probe 2 of a cantilever 1 — the optical system and the measuring circuit using law are prepared. Moreover, the optical fiber 19 (single mode fiber) as optical waveguide is arranged at the rear-face side of the probe 2 of a cantilever 1. The SELFOC lens 20 as the outgoing radiation section is attached in the end of this optical fiber 19, and opposite arrangement of this SELFOC lens 20 is carried out in the location close to the reflective mirror 5 prepared in the rear face of a cantilever 1. In this case, an optical fiber 19 and the SELFOC lens 20 constitute the optical transmission section 21.

[0027] Moreover, the other end of an optical fiber 19 is inserted into the shielding box 22, and is connected with the optical fiber coupler 23. On the optical path of this optical fiber coupler 23, sequential arrangement of the selfoc collimate lens 24 and the laser diode 25 (henceforth LD) as the light source for measurement is carried out, and the laser drive circuit 26 (henceforth LD drive circuit) for a drive is connected to that LD25. In this case, LD drive circuit 26, LD25, the selfoc collimate lens 24, and the optical fiber coupler 23 constitute the laser diode unit 27 as a light source unit.

[0028] Actuation is explained in such a configuration. It is condensed with the selfoc collimate lens 24, and optical coupling of the light which carried out outgoing radiation from LD25 in the shielding box 22 is carried out into an optical fiber 19 through the optical fiber coupler 23. this united light advances the inside of an optical fiber 19 — since — it is led to outer space and irradiates towards the reflective mirror 5 of the rear face of a cantilever 1 from the SELFOC lens 20 of the edge of an optical fiber 19. the light reflected by this reflective mirror 5 — the so-

called optical TEK0 — it is detected by the photo detector 6 (PSD) by law, and is outputted as an output Vo by pre amplifier 10. Subsequent processing is performed like drawing 16.

[0029] As mentioned above, the distance between a cantilever 1 and LD25 can be detached at least 1m or more by having used the optical fiber 19. Therefore, even if spark discharge etc. arises between a probe 2, and the sample 3 for high-voltage measurement or a peripheral device the electromagnetism which this generated — what a noise is transmitted to the LD25 side through an optical fiber 19 — or, since the laser diode unit 27 and the location which a spark generates are separated What surge current flows on the current which drives LD25, or LD25 self is destroyed is almost lost. Thereby, reliable measurement can be performed. in this case, the perimeter whole of LD25 — a shielding box (not shown) — a wrap — things — electromagnetism — effect of a noise can be made still smaller.

[0030] Moreover, the optical fiber 19 is excellent in flexibility. Moreover, since the SELFOC lenses 20 are generally the diameter of 3-5mm, and die length of about 10mm, they consist of a very light ingredient. Since it is such, by making it move by making the SELFOC lens 20, a cantilever 1, and a photo detector 6 into one, it can scan in the condition [ having fixed the sample 3 ], and, thereby, can measure also to a large-sized sample.

[0031] In addition, the lens used into the shielding box 22 should just be a lens which is not limited to the selfoc collimate lens 24 and has a property equivalent to this. You may be a common lens as long as it is small also about the SELFOC lens 20 attached in an optical fiber 19. Moreover, an optical fiber 19 may not be limited to a single mode fiber, either, and a multimode fiber is sufficient as it.

[0032] Next, the second example of this invention is explained based on drawing 2 (it corresponds to invention of claim 2 and eight publications). In addition, the explanation about the same part as the first example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0033] This example describes the case where the sample 3 consists of an ingredient which has photosensitivity like the photo conductor drum used for electrophotography equipment. The light source for measurement (LD25 grade) emits the light of the wavelength field which a sample 3 does not expose. Moreover, a photo detector (photo detector 6) has the sensibility of the wavelength which a sample 3 does not expose. Hereafter, a concrete numeric value is mentioned and explained.

[0034] Drawing 2 expresses the spectral sensitivity of the well-known typical photo conductor drum used for electrophotography equipment. Thereby, near 400nm, the mixture of \*\*Se, and \*\* zinc sulfide and sulfuration cadmium NIUMU has high sensibility especially. Near 600nm, \*\*LPC (Layered Photo Conductor) {what carried out the laminating of about 15-micrometer CTL (Charge Transport Layer) on the film CGL (Charge Generation Layer) of the mixture of chlorodiane blue of about 0.1-micrometer thickness and diphenylhydrazone} has high sensibility especially. Moreover, \*\* organic photo conductor (what just electrified the matter which mixed polyvinylcarbazole and trinitrofluorenone to 1:1) has sensibility near 600nm, and \*\* organic photo conductor (what electrified the same matter as \*\* in negative) has sensibility in 400nm - 600nm.

[0035] Thereby, it turns out that a photo conductor drum does not have sensibility to light with a wavelength of 600nm or more. Therefore, since it is such, the light source for measurement which emits the light of wavelength with a wavelength of 600nm or more, and the photo detector which has sensibility with a wavelength [ this ] of 600nm or more are used. Moreover, it is good to use preferably the light source and the photo detector which consist of an ingredient corresponding to light with a wavelength of 900nm or more from the semantics which gives whenever [ a certain amount of allowances ] to spectral sensitivity. As an ingredient of the light source corresponding to this wavelength of 900nm or more, and a photo detector, there is a thing as shown in the following table 1 and Table 2.

[0036]

[Table 1]

| 光源 (900nm以上) |                              |            |
|--------------|------------------------------|------------|
| 種類           | 組成                           | 発光波長 (nm)  |
|              | $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$    | 910~1700   |
|              | $(Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}As$ | 820~1570   |
|              | $Pb_{1-x}Cd_xS$              | 2660~4350  |
|              | $Pb_{1-x}Se_x$               | 4350~8330  |
|              | $Pb_{1-x}Sn_xSe$             | 8330~33300 |
|              | $Pb_{1-x}Sn_xTe$             | 6670~33300 |
| 気体レーザー       | He-Ne                        | 1152       |
|              | He-Ne                        | 3392       |
|              | He-Xe                        | 3500       |
|              | CO                           | 5200       |
|              | HF                           | 2700~3260  |
|              | $CS_2$ , $N_2O$              | 11000      |
|              | NO                           | 6000       |
|              | CN                           | 5000       |
|              | $H_2O$                       | 27970      |
|              | $H_2O$                       | 118650     |
|              | HCN                          | 336560     |
|              | Nd/YAG                       | 1064.1     |
|              | Nd/リン酸ガラス                    | 1056.0     |
|              | ホスト結晶 LiF                    | 820~1050   |
|              | NaF                          | 990~1220   |
|              | KF                           | 1220~1500  |
|              | NaCl                         | 1400~1750  |

[0037]

[Table 2]

| 受光素子 (900nm以上) |        |            |
|----------------|--------|------------|
| 種類             | 組成     | 発光波長 (nm)  |
| フォトダイオード       | Ge     | 1000~1900  |
| アバランシェフォトダイオード | Ge     | 800~1500   |
| フォトダイオード       | InGaAs | 850~1650   |
| 光導電素子          | PbS    | 1000~3500  |
|                | PbSe   | 2000~5000  |
|                | HgCdTe | 2000~4800  |
|                | InAs   | 2000~3300  |
|                | InSb   | 2000~5500  |
| 焦電素子           |        | 7000~20000 |

[0038] Moreover, in addition to the light source and the photo detector said 900nm or more corresponding to wavelength, as an ingredient of the light source corresponding to the wavelength of 600nm or more, and a photo detector, there is a thing as shown in the following table 3 and Table 4.

[0039]

[Table 3]

| 光源 (600nm以上) |                           |           |
|--------------|---------------------------|-----------|
| 種類           | 組成                        | 発光波長 (nm) |
| 半導体レーザー      | $Al_xGa_{1-x}As$          | 670~900   |
|              | $Ga_xIn_{1-x}As_yP_{1-y}$ | 650~900   |
|              | $Ga_xIn_{1-x}Al_yP_{1-y}$ | 670       |
|              | $N_2$                     | 750~1300  |
|              | He-Ne                     | 632.8     |
| 固体レーザー       | ルビー                       | 694.3     |

[0040]

[Table 4]

| 受光素子 (600 nm以上) |       |           |
|-----------------|-------|-----------|
| 種類              | 組成    | 発光波長 (nm) |
| フォトダイオード        | Si    | 190~1000  |
| 拡散型フォトダイオード     | GaAsP | 300~760   |
| ショットキーフォトダイオード  | GaAsP | 190~760   |
| アパランシェフォトダイオード  | Si    | 400~1000  |

[0041] Moreover, in drawing 2, about the matter of \*\* and \*\*, to the wavelength of 400nm or less, since sensibility is low, the light source with a wavelength [ that ] of 400nm or less and the photo detector which has sensibility in this wavelength are used. As an ingredient of the light source corresponding to this wavelength of 400nm or less, and a photo detector, there is a thing as shown in the following table 5 and Table 6.

[0042]

[Table 5]

| 光源 (400 nm以下) |                |             |
|---------------|----------------|-------------|
| 種類            | 組成             | 発光波長 (nm)   |
| 気体レーザ         | H <sub>2</sub> | 109.8~123   |
|               | H <sub>2</sub> | 156.7~161.3 |
|               | O <sub>2</sub> | 156.8~161.4 |
|               | F <sub>2</sub> | 157         |
|               | ArF            | 193         |
|               | KrCl           | 222         |
|               | KrF            | 248         |
|               | XeF            | 351         |
|               | XeCl           | 308         |
|               | He-Cd          | 325         |
|               | He-Cd          | 441.6       |
|               | N <sub>2</sub> | 337.1       |
|               | N <sub>2</sub> | 358         |

[0043]

[Table 6]

| 受光素子 (400 nm以下) |       |           |
|-----------------|-------|-----------|
| 種類              | 組成    | 発光波長 (nm) |
| フォトダイオード        | Si    | 190~1100  |
| PINフォトダイオード     | Si    | 320~1100  |
|                 | GaAsP | 190~760   |
|                 | GaP   | 190~550   |
| 光導電セル           | CdS   | 400~700   |

[0044] Using the light of the wavelength which does not have the spectral sensitivity of a photo conductor as mentioned above, the light emitting device and photo detector luminescence wavelength and whose wavelength with spectral sensitivity correspond are combined out of various kinds of ingredients of the light source and a photo detector, and it is optical TEKO optical system (in drawing 1). from LD25, the optical fiber 19 which has the SELFOC lens 20, the reflective mirror 5, and a photo detector 6 -- becoming -- by constituting It is lost that the condition of the electrostatic latent image on the photo conductor drum 44 is disturbed, thereby, a measurement error can be abolished and surface potential etc. can be measured correctly. In addition, the deformation and vibration of a cantilever by the optical interference method are detected, and when measuring the condition of a sample, it can be made to apply, although optical TEKO optical system was described.

[0045] Next, the third example of this invention is explained based on drawing 3 - drawing 5 (it corresponds to invention according to claim 3). In addition, the explanation about the same part as each example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0046] As shown in drawing 3, the infrared laser diode whose luminescence wavelength is

1310nm is used for LD25 as the light source for measurement. Moreover, the laser diode 28 (henceforth LD) as the light source for adjustment which emits the light is formed here. As this LD28, a light laser diode with the wavelength of 670nm is used. This LD28 is driven by the laser drive circuit 29.

[0047] Moreover, on these two optical paths of LD 25 and 28, collimate lenses 30 and 31 are arranged, respectively. The optical coupling machine 32 is formed in the location where these two optical paths cross. The focal lens 33 is arranged between the optical fiber couplers 23 by which the optical fiber 19 was connected with the optical coupling machine 32. In this case, LD drive circuits 26 and 29, LD 25 and 28, collimate lenses 30 and 31, the optical coupling machine 32, the focal lens 33, and the optical fiber coupler 23 constitute the laser diode unit 27.

[0048] Drawing 4 shows signs that this equipment was constituted using the laser diode unit 27 of drawing 3. The stage 34 for exposure justification is attached in the SELFOC lens 20 at the tip of an optical fiber 19. Moreover, this component is attached in the movable X stage 35 by the photo detector 6 in the direction of X.

[0049] Hereafter, actuation of this equipment is explained. First, the laser drive circuit 26 is turned OFF, the laser drive circuit 29 is turned ON, and the light of only LD28 is made to emit light. It is made parallel with a collimate lens 31, and is condensed with the focal lens 33 through the optical coupling machine 32, and this light is introduced into an optical fiber 19 from the optical fiber coupler 23. This introduced light passes through the inside of an optical fiber 19, it carries out outgoing radiation from selfoc SURENZU 20 at a tip, and it is irradiated by the reflective mirror 5 at the tip of a cantilever 1. that exposure location since it is in the field of the visibility 36 as the wavelength of this light currently irradiated been 670nm and shown in drawing 5 — a naked eye — or it can check using an optical microscope. Therefore, since it is such, the light currently irradiated on the cantilever 1 can be doubled with the location of a request of the reflective mirror 5 using the stage 34 attached in the SELFOC lens 20. Moreover, the light reflected from the cantilever 1 goes in the direction of a photo detector 6. Also in this case, observing that reflected light with the naked eye, alignment of a photo detector 6 is performed using the X stage 35 so that that light may carry out incidence to the position of a photo detector 6.

[0050] Thus, after adjusting the location where the light on a cantilever 1 and a photo detector 6 is irradiated using the light, the laser drive circuit 29 is turned OFF, the laser drive circuit 26 is turned ON, and the infrared light of only LD25 is made to emit light on schedule [ observation ]. thereby, the infrared light is led to an optical fiber 19 like the time of the light, outgoing radiation of it is carried out from the SELFOC lens 20, it is irradiated by the position of the reflective mirror 5 on a cantilever 1, and is reflected with the cantilever 1 — having — the so-called optical TEKO — it is led to the position of a photo detector 6 by law. Since the physical relationship of the SELFOC lens 20, a cantilever 1, and a photo detector 6 is set as the same condition as the time of carrying out alignment by the light at this time, the optical axis which infrared light passes becomes equal to the optical axis which the light passes, and infrared light will be irradiated by the location which carried out alignment by the light. The light which can check the alignment irradiated on the cantilever 1 of infrared light by approach which was mentioned above, and the incidence alignment to a photo detector 6 with the naked eye can perform easily, and thereby, the variation rate of a probe 2 and vibration can be measured correctly, without including a measurement error.

[0051] Next, the fourth example of this invention is explained based on drawing 6 — drawing 8 (it corresponds to invention according to claim 4). In addition, the explanation about the same part as each example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0052] Drawing 6 shows the modification of drawing 3 mentioned above. Here, the optical fiber 19 which was mentioned above is not used, but outgoing radiation aperture 37a for passing the light for the measurement from LD25 or the light from LD28 is prepared in the outgoing radiation side of the optical coupling machine 32, and the focal lens 37 is attached in this outgoing radiation aperture 37a. Thereby, the laser diode unit 27 is constituted by LD drive circuits 26 and 29, LD 25 and 28, collimate lenses 30 and 31, the optical coupling machine 32, outgoing radiation aperture 37a, and the focal lens 37. Moreover, LD25 for measurement emits the light of the



wavelength which a sample 3 does not expose here. It has the sensibility of the wavelength on which a sample 3 does not expose a photo detector 6, either.

[0053] Drawing 7 shows signs that this equipment was constituted using the laser diode unit 27 of drawing 6. Hereafter, actuation of this equipment is explained. First, the light which turned ON LD28 and carried out outgoing radiation from this is used, and a naked eye adjusts the exposure location on a cantilever 1. Adjustment of this exposure location can be performed by moving the stage for exposure justification (the same thing as the stage 34 of drawing 4) which was attached in the laser diode unit 27 and which is not illustrated. Moreover, a photo detector 6 also justifies using the X stage 35. thus, the thing for which the light of the wavelength on which ON and LD28 are turned OFF and a sample 3 does not expose LD25 is irradiated at the position on a cantilever 1 after adjustment is completed — the deflection of the beam — optical TEKO — it can measure correctly by law.

[0054] Since he is trying for this equipment to draw the light which carried out outgoing radiation from the laser diode unit 27 on the direct cantilever 1 not using an optical fiber 19, it can be made to apply to measurement of the low battery surface potential from which spark discharge etc. does not pose a problem especially, as mentioned above. Moreover, since LD25 and a photo detector 6 have the luminescence wavelength and the wavelength of light-receiving sensibility in the wavelength which a sample 3 does not expose, it is lost that the condition on the front face of a sample is disturbed of them by the light of the light source, and they can raise the accuracy of measurement. In addition, in case alignment is performed using the light by LD28, after the alignment, LD25 which emits infrared light also switches off only the light, and may be made to switch on coincidence, and to perform real measurement.

[0055] Next, drawing 8 shows the example at the time of applying the laser diode unit 27 to the equipment which adopted the so-called photograph thermal \*\* (the PT method). This PT method irradiates modulation light and pulsed light at a sample 3 according to the light source which emits a pump beam, and means measuring the presentation of the matter, the nondestructive evaluation of a coating layer, a photoacoustic microscope, etc. according to the thermoelastic effectiveness which this produces.

[0056] The sample 3 is formed with the photosensitive ingredient. LD38 (semiconductor laser) as the light source which emits a pump beam, and the optical system of lens 39 grade are arranged in the upper part of this sample 3. This LD38 is driven according to the modulation power source 40. Moreover, the interference filter 41 and the photo detector 42 (PSD) are arranged in the slanting upper part of a sample 3. This photo detector 42 is connected to amplifier 43, and this amplifier 43 sends a measurement signal a to the lock in amplifier 44. Moreover, a reference sign b is sent to this lock in amplifier 44 from said modulation light source 40.

[0057] Actuation of the equipment which adopted the PT method is explained. By giving a pump beam to the front face of the photosensitive sample 3 from LD38, a sample front face produces lifting vertical movement for thermal expansion periodically. optical TEKO according vertical movement on this front face of a sample to the light (probe beam) and the photo detector 42 from LD25 of the laser diode unit 27 — the shape of surface type of a sample 3 and specific heat distribution can be investigated by detecting using law and sending this detected measurement signal a to the lock in amplifier 44. In addition, also in such a measuring device, the infrared light from LD38 can pinpoint the location irradiated by the sample front face using LD28 which emits the light.

[0058] Next, the fifth example of this invention is explained based on drawing 9 and drawing 10 (it corresponds to invention according to claim 5). In addition, the explanation about the same part as each example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0059] As shown in drawing 9, the wavelength conversion member 45 which changes into the light the light which carried out incidence is formed in the field in which the probe 2 of a cantilever 1 was formed, and the field of the opposite side. However, this wavelength conversion member 45 exists in fields other than the field (henceforth, probe field A) where the light which detects the deflection of a cantilever 1 is irradiated.

[0060] Drawing 10 shows the example at the time of constituting by carrying out the cantilever 1 which has such a wavelength conversion member 45 in the laser diode unit 27 and pair which

were connected with the optical fiber 19. This laser diode unit 27 consists of the laser drive circuit 26, LD25, a selfoc collimate lens 24, and an optical fiber coupler 23. The photo detector 6 is arranged the reflected light on the street of the cantilever 1 using the optical TEKO method. Also in this case, LD25 and a photo detector 6 have that luminescence wavelength and the wavelength of light-receiving sensibility in the wavelength which a sample 3 does not expose like the fourth example mentioned above.

[0061] Here, work of the wavelength conversion member 45 is explained. Outgoing radiation of the infrared light which carried out outgoing radiation from LD25 is carried out from the SELFOC lens 20 through an optical fiber 19, and it goes in the direction of a cantilever 1. Although it is satisfactory at all if infrared light is irradiated in the probe field A used as the usual measuring point at this time, if that infrared light is irradiated on the field 45, i.e., a wavelength conversion member, from which it separated from the probe field A, infrared light will be changed into the light and will shine in that exposure location. Thus, since infrared light means having separated from a normal exposure location, shining adjusts so that the location in which the light on the wavelength conversion member 45 is present may be drawn in the probe field A using the stage which does not illustrate the location of the SELFOC lens 20. thus, the alignment on the cantilever 1 for measurement of the infrared light which are used by carrying out — only — a naked eye — since it can carry out easily using an optical microscope, it becomes unnecessary or to establish specially separately the light source for adjustment which emits an infrared scope and the light. Thereby, alignment can be performed easily and small and lightweight equipment can be offered.

[0062] Next, the ingredient of the wavelength conversion member 45 is explained. The ingredient of the wavelength conversion member 45 is chosen corresponding to the luminescence wavelength of LD25 used as the light source. First, it is formed of a presentation (fluorescence ingredient) the field of ultraviolet radiation, when luminescence wavelength is 185nm and 254nm especially, as LD25 indicates the wavelength conversion member 45 to be to Table 7 and Table 8.

[0063]

[Table 7]

[0064]  
[Table 8]

2006/01/13

[0065] The field of ultraviolet radiation, when luminescence wavelength is 297nm, 313nm, and 365nm especially, and when LD25 is 400nm or less, the wavelength conversion member 45 consists of a presentation (fluorescence ingredient) as shown in Table 9.

[0066]

[Table 9]

| 組 成   | 発光色               | 発光ピーク<br>波長 (nm)  |
|---|-------------------|-------------------|
| 〔りん酸塩〕<br>$(Sr,M)_2(PO_4)_2:Sn^{2+}$ $M=Mg, Zn$   | 橙赤色               | 630               |
| 〔ゲルマン酸塩〕<br>$4MgO \cdot GeO_2:Mn^{2+}$<br>$4(MgO,MgF_2) \cdot GeO_2:Mn^{2+}$  | 深赤色<br>"          | 660<br>660        |
| 〔イットリウム酸塩〕<br>$Y_2O_3:Eu^{3+}$  | 赤 色               | 613               |
| 〔バナジウム酸塩〕<br>$YVO_4:Eu^{3+}$ $Y(P,V)O_4:Eu^{3+}$<br>$Y(P,V)O_4:In^{3+}$   | 赤 色<br>青白色        | 619<br>460        |
| 〔ハロけい酸塩〕<br>$Sr_2Si_3O_8 \cdot 2SrCl_2:Eu^{2+}$   | 青緑色               | 485               |
| 〔アルミン酸塩〕<br>$(Ba,Mg)_2Al_{10}O_{24}:Eu^{2+}$<br>$(Ba,Mg)_2Al_{10}O_{24}:Eu^{2+}, Mn^{2+}$<br>$Y_2O_3 \cdot Al_2O_3:Tb^{3+}$ | 青 色<br>緑 色<br>黄緑色 | 450<br>515<br>545 |

[0067] It consists of a presentation (fluorescence ingredient) the field of infrared light, when luminescence wavelength is 800nm or more especially, as LD25 indicates the wavelength conversion member 45 to be to Table 10.

[0068]

[Table 10]

| 組 成                               | 発光色 |
|-----------------------------------|-----|
| $Y_{0.94}Yb_{0.05}Er_{0.01}F_3$   | 緑 色 |
| $NaY_{0.89}Yb_{0.30}Er_{0.01}F_4$ | "   |
| $BaY_{1.24}Yb_{0.60}Er_{0.02}F_8$ | "   |
| $Y_{0.74}Yb_{0.25}Er_{0.01}OCl$   | 赤 色 |
| $Y_{0.65}Yb_{0.35}Tm_{0.01}F_3$   | 青 色 |

[0069] It consists of a presentation (non-linear optical material) the field of infrared light, when luminescence wavelength is 800nm or more especially, as LD25 indicates the wavelength conversion member 45 to be to Table 11.

[0070]

[Table 11]

| 組 成                              |
|----------------------------------|
| Te                               |
| CdGeAs <sub>2</sub>              |
| GaSe                             |
| ZnGeP <sub>2</sub>               |
| AgGaSe <sub>2</sub>              |
| CdSe                             |
| AgGaS <sub>2</sub>               |
| Ag <sub>3</sub> AsS <sub>3</sub> |
| LiNbO <sub>3</sub>               |
| LiIO <sub>3</sub>                |

[0071] Light can be made to emit efficiently by choosing the ingredient of the wavelength conversion member 45 suitably corresponding to the luminescence wavelength of LD25, as shown in Table 7 - 11 mentioned above. In addition, you may make it use the organic non-linear optical material other than such an ingredient.

[0072] Next, the sixth example of this invention is explained based on drawing 11 (it corresponds

to invention according to claim 6). In addition, the explanation about the same part as each example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0073] Fixed spacing is opened in the upper part of a cantilever 1, and the shield 46 as a covered member is arranged. The hole 47 is formed in the proximal region of this shield 46. Let the field of the cantilever [ directly under ] 1 of this hole 47 be the probe field A where the light for detecting the deflection of that beam is irradiated. Moreover, the wavelength conversion member 45 which changes into the light the light which carried out incidence is formed in the field except the hole 47 on a shield 46.

[0074] Thus, since the part will serve as the light and will shine like the fifth example (refer to drawing 10 ) mentioned above by having arranged the shield 46 which has the wavelength conversion member 45 in the upper part of a cantilever 1 if the infrared light for force detection is irradiated on the wavelength conversion member 45, a naked eye can perform alignment of a cantilever 1. Moreover, since the wavelength conversion member 45 is not directly formed on a cantilever 1 but is formed on the shield 46 arranged separately, its constraint on a design / manufacture of a cantilever 1 decreases, and it can raise a degree of freedom. In addition, although the covered member used only the upper part of a cantilever 1 as the wrap shield 46, it is not restricted to this and you may make it cover all the fields of a cantilever 1 in this example.

[0075] Next, the seventh example of this invention is explained based on drawing 12 and drawing 13 (it corresponds to invention according to claim 7). In addition, the explanation about the same part as each example mentioned above is omitted, and uses the same sign about the same part.

[0076] The perimeter of a cantilever 1 is covered with the shielding box 48 as a covered member. This shielding box 48 consists of an electrical conducting material, and has rigidity with it. [ thick board thickness and ] [ high ] A hole 47 is formed at the tip of the shielding box 48, and the wavelength conversion member 45 is formed in the top-face side except this hole 47. Moreover, the shielding box 48 and a cantilever 1 are connected by lead wire 49, and, thereby, the shielding box 48, the cantilever 1, and the probe 2 are set as this potential.

[0077] Thus, by having formed the wavelength conversion member 45, alignment can be carried out with a naked eye so that it may be located in the probe field A on the cantilever 1 with which the infrared light for force detection should be irradiated essentially. Moreover, since the shielding box 48 is made into high rigidity, even if electrostatic force acts between the shielding box 48 and peripheral device (not shown), as the shielding box 48 does not vibrate, a cantilever 1 does not vibrate in connection with this, either. A measurement error seems furthermore, not to produce electrostatic attraction by [ since the shielding box 48 the cantilever 1, and the probe 2 are set as this potential, so that electrostatic attraction may not act between the rear face (the field in which the probe 2 was formed, and field of the opposite side) of a cantilever 1, and a peripheral device ] by this, in order to act only between a probe 2 and a sample front face. In addition, since the wavelength conversion member 45 is not directly formed on a cantilever 1, the degree of freedom of a design and manufacture can be raised.

[0078] Moreover, drawing 13 shows the modification of drawing 12 . It changes into the condition of having formed the transparence electric conduction film 50 which consists of a transparent electrical conducting material in the field of the hole 47 which was able to be made in the shielding box 48, and having closed the top-face side. Let this transparence electric conduction film 50 be the shielding box 48 and this potential. Thus, by changing into the condition of having taken up the probe field A, electrostatic force which acts between the rear face of a cantilever 1 and a peripheral device can be made still smaller, and, thereby, the accuracy of measurement can be raised much more.

[0079]

[Effect of the Invention] Invention according to claim 1 leads the light emitted from the light source for measurement by driving in a laser drive circuit to the optical transmission section of the light source unit exterior. Since the light which came out of the outgoing radiation section of the end of the optical waveguide is irradiated at the tip of a cantilever and the deflection of a cantilever was detected the high-voltage discharge between a probe and a sample front face — electromagnetism — even if a noise arises — the electromagnetism — a noise spreads to a light

source unit side — being lost — thereby — the light source for measurement — electromagnetism, since it is lost that a noise etc. breaks Equipment with the high dependability which can be measured enough can be offered also to a large-sized sample. Moreover, since a laser drive circuit and the light source are established in the light source unit of the location estranged from optical TEKO optical system and the light from this light source unit was transmitted through optical waveguide, the degree of freedom of the arrangement location of a light source unit can be raised, and the miniaturization of equipment can be attained.

[0080] Since it was made to have sensibility on the wavelength on which a sample does not expose the photo detector which receives the light from the light source, either while invention according to claim 2 considered as the wavelength on which a sample does not expose the luminescence wavelength of the light source for measurement, it is lost that the condition on the front face of a sample is disturbed by the light of the light source, and, thereby, the accuracy of measurement can offer higher equipment.

[0081] Since invention according to claim 3 prepared the optical-coupling section for leading the light by which outgoing radiation is carried out from the light source for adjustment which emits the light, and the light or the light source for measurement by which outgoing radiation is carried out from this light source for adjustment to the optical transmission section in the light source unit, it can perform alignment easily, checking the exposure location irradiated on the cantilever of the light emitted from the light source for measurement, and the incidence location to a photo detector with a naked eye.

[0082] Since it was made for invention according to claim 4 to have the luminescence wavelength and the wavelength of light-receiving sensibility in the wavelength on which a sample does not expose the light source for measurement, and a photo detector The light source for measurement which can raise the accuracy of measurement in the case of it especially being lost that the condition on the front face of a sample is disturbed by the light of the light source, and being used as surface potential measurement of a low battery, and emits the light for force detection in a light source unit, Since the outgoing radiation aperture which passes the light by which outgoing radiation is carried out from the light source for adjustment which emits the light for exposure justification, and the light or the light source for measurement by which outgoing radiation is carried out from the light source for adjustment was prepared Alignment can be performed easily, checking the exposure location irradiated on the cantilever of the light emitted from the light source for measurement, and the incidence location to a photo detector with a naked eye.

[0083] Since invention according to claim 5 was formed with the ingredient corresponding to the wavelength on which a sample does not expose the light source and a photo detector Since the wavelength conversion member on a cantilever is irradiated and the light which it was lost that the condition on the front face of a sample is disturbed by the light of the light source, and could raise the accuracy of measurement much more, and carried out outgoing radiation from the light source was changed into the light The exposure location of the light emitted from the light source for measurement can be adjusted easily much more.

[0084] Since it was made for invention according to claim 6 to have the luminescence wavelength and the wavelength of light-receiving sensibility in the wavelength on which a sample does not expose the light source and a photo detector Since the wavelength conversion member in which the light which it was lost that the condition on the front face of a sample is disturbed by the light of the light source, and could raise the accuracy of measurement much more, and carried out outgoing radiation from the light source was prepared on the covered member is irradiated and it was made to change into the light Since the exposure location of the light emitted from the light source for measurement can be adjusted easily much more and the wavelength conversion member was further prepared not on a cantilever but on the covered member, the degree of freedom on design manufacture of a probe and a cantilever can be raised.

[0085] Since invention according to claim 7 was formed with the ingredient corresponding to the wavelength on which a sample does not expose the light source and a photo detector Since the wavelength conversion member in which the light which it was lost that the condition on the

front face of a sample is disturbed by the light of the light source, and could raise the accuracy of measurement much more, and carried out outgoing radiation from the light source was prepared on the covered member is irradiated and it was made to change into the light. Since the exposure location of the light emitted from the light source for measurement can be adjusted easily much more and the wavelength conversion member was further prepared not on a cantilever but on the covered member. The degree of freedom on design manufacture of a probe and a cantilever can be raised, since electrostatic attraction committed between a cantilever and a peripheral device can be made small, the measurement error by this electrostatic attraction can be abolished, and the accuracy of measurement can be raised further again.

[0086] Invention according to claim 8 uses the light source in which the sensitization sensibility of the sensitive material of a sample has the luminescence wavelength of 600nm or more to the thing near 400nm. Since the light source in which the sensitization sensibility of the sensitive material of a sample has the luminescence wavelength of 400nm or less to the thing near 600nm was used, it is lost that the condition of a sample is disturbed by the light of the light source, and thereby more exact measurement can be performed.

---

[Translation done.]



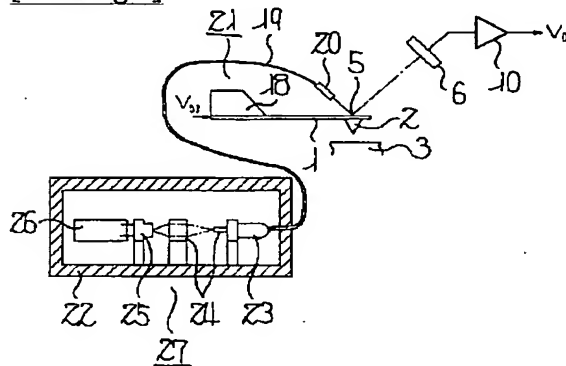
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

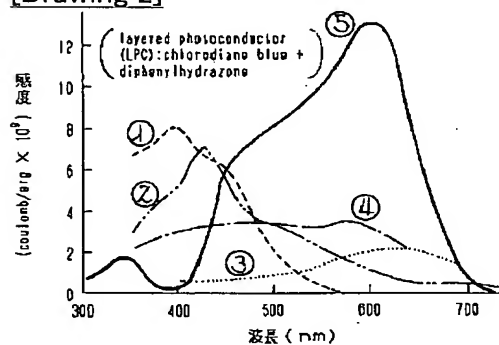
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

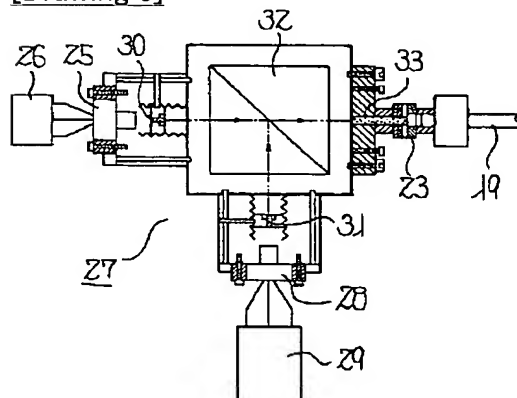
[Drawing 1]



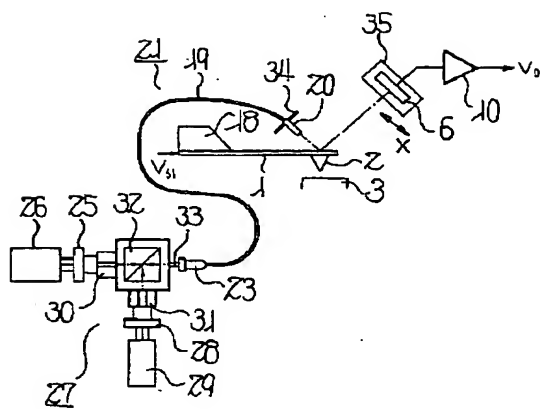
[Drawing 2]



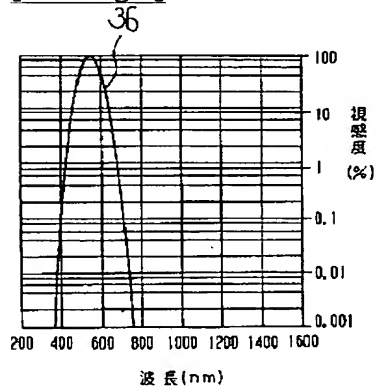
[Drawing 3]



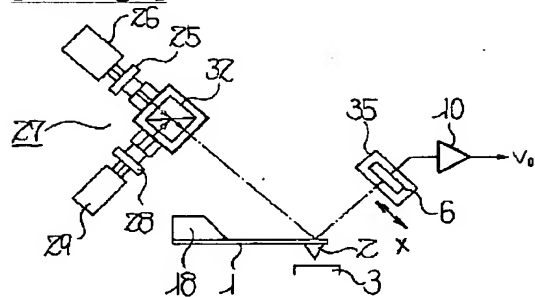
[Drawing 4]



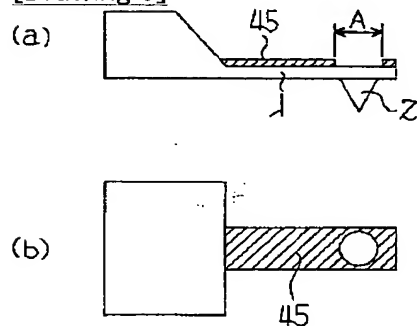
[Drawing 5]



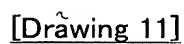
[Drawing 7]

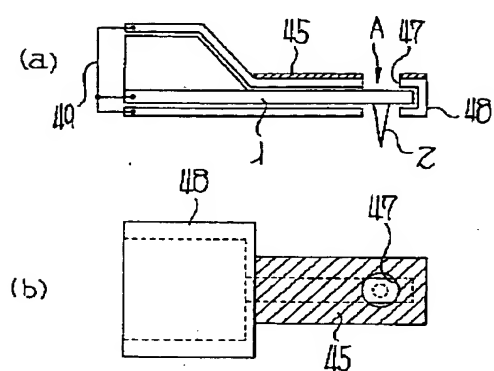


[Drawing 9]

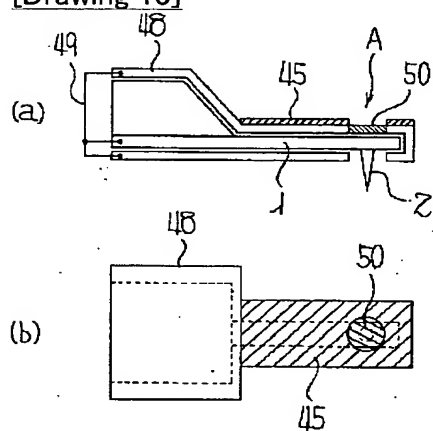


[Drawing 6]

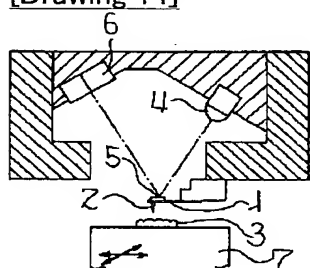




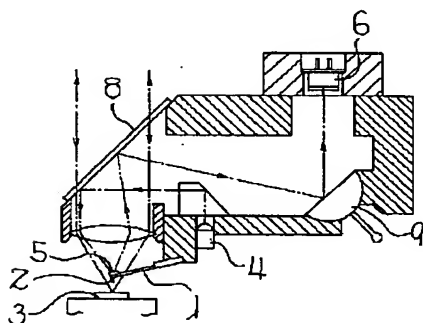
[Drawing 13]



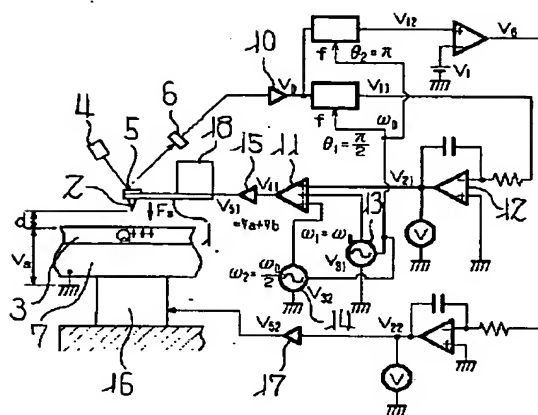
[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Drawing 16]



[Translation done.]